

# Melhoria de processos

## Objetivos de aprendizagem

Ao final deste capítulo, você deverá estar apto a:

1. Usar ferramentas de qualidade para a análise de processo e a solução de problemas.
2. Descrever e comparar programas de melhoria da qualidade corporativa.
3. Liderar uma equipe em uma iniciativa de melhoria de processo.
4. Medir a capacitação de um processo.
5. Descrever a filosofia do *lean service*.
6. Realizar uma análise por envelopamento de dados (DEA).

As mudanças demográficas e a previsão de escassez de mão de obra forçam o setor de serviços a tornar-se mais consciente quanto à produtividade. Consideremos as estratégias de redução de mão de obra que têm sido implementadas pela nova rede Sleep Inn, a fim de diminuir os custos de mão de obra para a operação de uma unidade hoteleira. Por exemplo, lavadoras e secadoras de roupas ficam localizadas atrás da recepção, de maneira que o recepcionista noturno possa carregar e descarregar as roupas em seu turno de atendimento. Para auxiliar na redução de tarefas de limpeza, as mesas de cabeceira são fixadas às paredes, evitando que as arrumadeiras precisem passar aspirador de pó em torno dos móveis, e os boxes de chuveiro nos banheiros são redondos para impedir o acúmulo de sujeira nos cantos. Além disso, o sistema de segurança eletrônico computadorizado eliminou as chaves: os hóspedes utilizam seus próprios cartões de crédito para entrar nos quartos. Para reduzir as despesas com energia, o aquecimento e o ar-condicionado são ligados e desligados automaticamente quando um hóspede entra ou sai do hotel. Há ainda um computador que registra o tempo que as camareiras levam para limpar cada quarto. Portanto, um projeto arquitetônico criativo, a utilização eficiente da mão de obra e o uso inovador de computadores têm um grande impacto no aumento da produtividade em serviços.<sup>1</sup>

## APRESENTAÇÃO DO CAPÍTULO

O foco deste capítulo está no aperfeiçoamento contínuo das organizações de serviços a partir de iniciativas relacionadas à produtividade e à qualidade. As melhores empresas de serviços do mundo são conhecidas por seu compromisso com a melhoria contínua no serviço aos clientes, aumentando, desse modo, o padrão de excelência do setor. A melhoria contínua é uma mentalidade que precisa ser incorporada à cultura de uma empresa.

A filosofia da melhoria contínua é descrita no ciclo de planejar-executar-verificar-agir (PDCA – *plan-do-check-act*) proposto por Deming. Ferramentas de qualidade para a análise e a solução de problemas são descritas e ilustradas usando um exemplo do setor de transporte aéreo. No nível corporativo, as organizações adotam a melhoria contínua por meio de programas de desenvolvimento de pessoal, do Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige, do cumprimento das normas de qualidade ISO 9000 e de programas mais abrangentes, como o *lean service* e o Seis Sigma.

Por fim, é apresentado um modelo de programação linear chamado análise por envelopamento de dados (DEA – *data envelopment analysis*) no suplemento do capítulo. A DEA é um método empírico para medir a eficiência das unidades de prestação de serviço pela comparação de uma unidade com as outras. A análise comparativa do desempenho da unidade é uma oportunidade de promover a melhoria contínua por meio do aprendizado em grupo.

## PROCESSO DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE

### Fundamentos da melhoria contínua

A melhoria contínua é baseada nos ensinamentos e na filosofia de W. Edwards Deming. Deming é tido como o responsável por ajudar a indústria japonesa a se recuperar da Segunda Guerra Mundial e a buscar uma estratégia para a exportação de produtos de alta qualidade com preços acessíveis. Essa combinação de qualidade e baixo custo era considerada impossível, pois achava-se que a qualidade só era alcançada com um alto custo. Os fundamentos dos ensinamentos de Deming consistiam em três princípios:

1. *Satisfação do cliente* A satisfação das necessidades dos clientes deve ser a principal meta para os trabalhadores. Isso requer a atitude de colocar o cliente em primeiro lugar e de acreditar que esse princípio é o objeto de trabalho de cada um.
2. *Gerenciamento com base em fatos* Para encorajar o raciocínio científico, dados objetivos devem ser coletados e apresentados à gerência para que esta tome decisões. Essa abordagem requer uma coleta de dados formal e uma análise estatística desses dados pelas equipes de melhoria de qualidade.
3. *Respeito pelas pessoas* Um programa de melhoria de qualidade abrangendo toda a empresa supõe que todos os empregados têm capacidade de motivação própria e de pensamento criativo. Os funcionários recebem apoio e suas ideias são consideradas em um ambiente de respeito mútuo.

### Ciclo planejar-executar-verificar-agir (PDCA) <sup>2</sup>

A abordagem de Deming quanto à qualidade aponta que verificar ou inspecionar a qualidade é uma ação tardia e que, em vez disso, o foco deve estar no processo. Essa abordagem é representada por um ciclo e consiste em quatro passos: *planejar*, escolher e analisar o problema; *executar*, implementar a solução; *verificar* os resultados da mudança; e *agir* para padronizar a solução e refletir sobre o aprendizado. Como mostra a Figura 8.1, o *ciclo PDCA* é repetitivo, sendo toda melhoria resultado de um processo incremental e contínuo.

**Planejar.** O planejamento começa com a escolha do problema. Os problemas aparecerão na forma de mudanças em indicadores importantes, como a taxa de defeitos ou de reclamações de clientes. Restrinja o enfoque do projeto e descreva a oportunidade para melhoria. O processo corrente é documentado, talvez com um fluxograma, e os dados são reunidos.

As causas possíveis são debatidas e, usando os dados, chega-se a um acordo quanto à raiz ou raízes subjacentes. Desenvolva um plano de ação que inclua uma solução viável, medidas de sucesso e a implementação de metas acordadas.

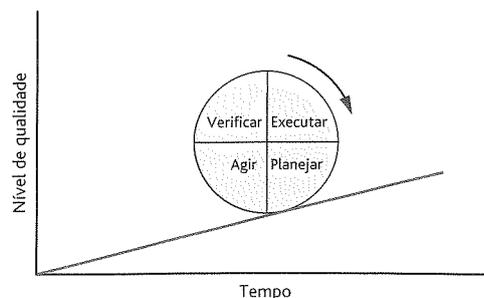


Figura 8.1 O ciclo de melhoria da qualidade de Deming.

**Executar.** Implemente a solução ou a mudança do processo, talvez pelo método de tentativa e erro. Monitore o plano de implementação reunindo dados sobre medidas de desempenho e observando o progresso em comparação com determinadas marcas.

**Verificar.** Analise e avalie o resultado da mudança. Verifique se a solução está provocando o efeito pretendido e observe quaisquer consequências imprevistas.

**Agir.** Reflita e aja sobre o aprendizado a partir da experiência. Se forem bem-sucedidas, as mudanças no processo serão padronizadas e comunicadas a todos os trabalhadores envolvidos por meio do treinamento nos novos métodos. Em alguns casos, isso pode incluir participantes externos, como clientes e fornecedores. Comemore o sucesso e aplique o ciclo PDCA a outro problema.

### Solução de problemas

Uma abordagem sistemática para a solução de problemas é fundamental para um programa de melhoria contínua em qualidade e produtividade. O objetivo principal da melhoria contínua é eliminar a causa dos problemas, para que não ocorram novamente. Uma abordagem de solução de problemas baseada no ciclo PDCA de Deming é descrita na Tabela 8.1.

**Tabela 8.1** Etapas da solução de problemas no ciclo PDCA

<b>Etapa 1</b>	<b>Reconhecer o problema e estabelecer prioridades</b> Durante o estágio de reconhecimento, o problema é delineado em termos bastante gerais, utilizando informações de muitas fontes.
<b>Etapa 2</b>	<b>Formar equipes de melhoria de qualidade</b> Cria-se uma equipe interdisciplinar de indivíduos próximos ao problema, que recebem autonomia para lidar com ele. O envolvimento por parte da gerência determina o foco da equipe e demonstra interesse em encontrar uma solução a ser implementada.
<b>Etapa 3</b>	<b>Definir o problema</b> Primeiro, a equipe tem de definir claramente o problema e seu escopo. A análise de Pareto pode, muitas vezes, apontar as áreas significativas a serem investigadas.
<b>Etapa 4</b>	<b>Desenvolver medidas de desempenho</b> O efeito das mudanças no processo pode ser verificado quando se faz uma análise comparativa do antes e do depois.
<b>Etapa 5</b>	<b>Analisar o problema/processo</b> Elaborar um fluxograma do processo neste estágio é, muitas vezes, o primeiro passo para chegar a uma compreensão total de todas as complexidades envolvidas. As informações reunidas neste estágio ajudarão a determinar soluções potenciais.
<b>Etapa 6</b>	<b>Determinar causas possíveis</b> O diagrama de causa e efeito é particularmente útil para identificar possíveis causas do problema. A equipe adota o diagrama para debater ideias a respeito da raiz do problema. Em um <i>brainstorm</i> , os membros da equipe são incentivados a lançar ideias, sem comentário algum por parte dos outros membros. Não é permitida qualquer argumentação, crítica ou avaliação de ideias durante essa reunião, que é dedicada a gerar possíveis causas. Após a identificação, os dados são organizados em planilhas de controle, diagramas de dispersão, histogramas e gráficos de controle, para que seja descoberta a raiz do problema.
<b>Etapa 7</b>	<b>Escolher e implementar a solução</b> Este é o estágio mais interessante, mas a tentação de imediatamente propor soluções tem de ser evitada. Os critérios para escolher uma solução incluem o foco sobre a raiz do problema, a prevenção da recorrência do problema, a efetividade em termos de custos e a pontualidade.
<b>Etapa 8</b>	<b>Avaliar a solução: o acompanhamento</b> Uma vez implementada a solução e passado o tempo, o processo é checado para verificar se o problema foi resolvido. Os gráficos de controle são úteis para a comparação de dados anteriores com o desempenho atual.
<b>Etapa 9</b>	<b>Assegurar a continuidade</b> Novos métodos devem ser estabelecidos, e os trabalhadores precisam ser treinados. Os gráficos de controle podem ser usados no monitoramento do processo para assegurar que ele permaneça estável.
<b>Etapa 10</b>	<b>Melhoria contínua</b> Como sugere o ciclo de Deming na Figura 8.1, a qualidade e a produtividade são impulsionadas somente com as repetições do ciclo PDCA. Uma vez resolvido um problema, outra oportunidade é identificada para uma nova rodada de análise de melhorias.

## FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

As equipes de melhoria de qualidade empregam muitas ferramentas no processo PDCA. As ferramentas ajudam na análise de dados e dão base para a tomada de decisões. Nesta seção, são descritas oito ferramentas, com um exemplo de como aplicá-las a um problema enfrentado pela Midway Airlines. A Midway Airlines, uma companhia aérea regional, atendia viajantes de negócios a partir de um centro de conexão no Midway Airport, em Chicago, até ser incorporada pela Southwest Airlines em 1991. O sistema centro-radial exigia saídas pontuais para evitar atrasos, que comprometiam o traslado eficiente dos passageiros durante as viagens com várias escalas. A Midway passou a monitorar os atrasos nos voos e descobriu que o desempenho pontual do seu sistema havia se deteriorado, causando irritação entre os passageiros. As ferramentas de qualidade são apresentadas a seguir, na sequência em que seriam usadas no processo de solução desse problema.

### Planilha de controle

Uma planilha de controle é um registro histórico das observações e representa a fonte de dados para iniciar a análise e a identificação do problema. Originalmente, uma planilha de controle era uma folha de papel listando problemas potenciais, e, a cada dia, os trabalhadores marcavam a coluna apropriada para registrar a frequência da ocorrência. Hoje os dados sobre a frequência do problema são inseridos *on-line* em uma planilha do Excel para facilitar sua interpretação. A Figura 8.2 é uma planilha do Excel que registra os problemas enfrentados pela Midway.

### Cartas de controle (*run chart*)

A carta de controle rastreia mudanças nas variáveis importantes de um processo ao longo do tempo para detectar tendências, variações ou ciclos no desempenho. As cartas de controle são fáceis de interpretar e úteis na previsão de tendências. As equipes podem desenvolver esses gráficos para comparar uma medida de desempenho antes e depois da implementação de uma solução. Como mostra a Figura 8.3, a Midway constatou um aumento constante no número de voos com atraso.

### Histograma

Um histograma reúne dados coletados ao longo de um período de tempo e os apresenta como uma distribuição de frequência em forma de um gráfico de barras. Usando o comando de gráficos do Excel, os dados da planilha de controle são visualizados graficamente para extrair um sentido da

Mês	Área problemática				
	Bagagem perdida	Atrasos nos voos	Problemas mecânicos	Overbooking	Outros
Janeiro	1	2	3	3	1
Fevereiro	3	3	0	1	0
Março	2	5	3	2	3
Abril	5	4	4	0	2
Mai	4	7	2	3	0
Junho	3	8	1	1	1
Julho	6	6	3	0	2
Agosto	7	9	0	3	0
Setembro	4	7	3	0	2
Outubro	3	11	2	3	0
Novembro	2	10	1	0	0
Dezembro	4	12	2	0	1
Total	44	84	24	16	12

Figura 8.2 Planilha de controle do Excel.

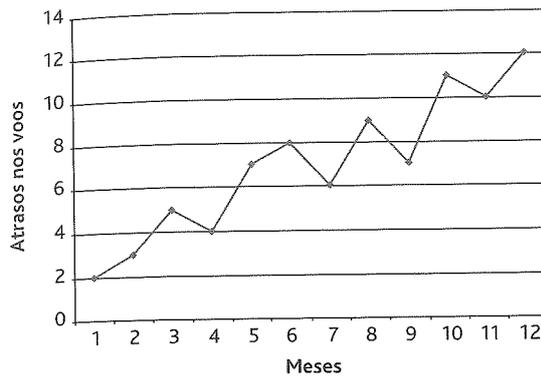


Figura 8.3 Carta de controle de atrasos nos voos.

distribuição. Características incomuns, como distorções ou falta de simetria, tornam-se óbvias. Uma distribuição com dois picos, ou bimodal, sugere que duas distribuições com diferentes médias são subjacentes aos dados. Para companhias aéreas, uma distribuição bimodal de voos atrasados poderia ser explicada por um efeito de sazonalidade com base nas condições do tempo. Na Figura 8.4, escolhemos “bagagens perdidas” para o histograma. Observe que a distribuição não é simétrica, mas tende às baixas ocorrências.

### Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto classifica os problemas por sua frequência relativa em um gráfico de barras decrescente a fim de focar o problema que oferece o maior potencial para melhoria. O economista italiano do século XIX Vilfredo Pareto observou que relativamente poucos fatores costumam ser responsáveis por uma grande porcentagem do total de casos (p. ex., 80% da riqueza de um país está nas mãos de 20% de seus cidadãos). Esse princípio, conhecido como a regra 80/20, tem sido observado em muitas situações. Por exemplo, 80% das vendas de um varejista são geradas por 20% dos clientes. A Figura 8.5 apresenta o número total de ocorrências anuais de problemas com um gráfico de Pareto, identificando os “atrasos nos voos” como o problema mais sério relacionado aos clientes.

### Fluxograma

Os fluxogramas são uma representação visual do processo e ajudam os membros da equipe a identificar pontos possivelmente problemáticos ou pontos de intervenção para solução. Por convenção, losangos representam pontos de tomada de decisão, retângulos indicam atividades e elipses marcam pontos iniciais e finais. Todos os símbolos são ligados por setas para representar a sequência de atividades. Na Figura 8.6, apresentamos um fluxograma do processo em um portão de embarque

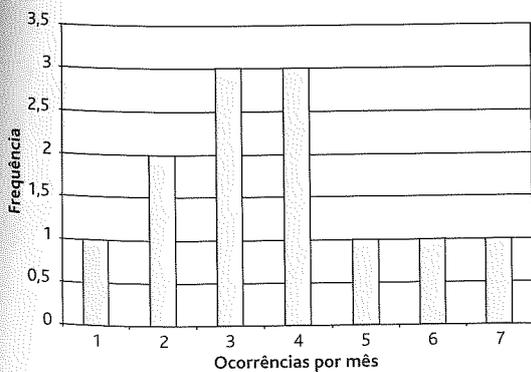


Figura 8.4 Histograma de bagagens perdidas.

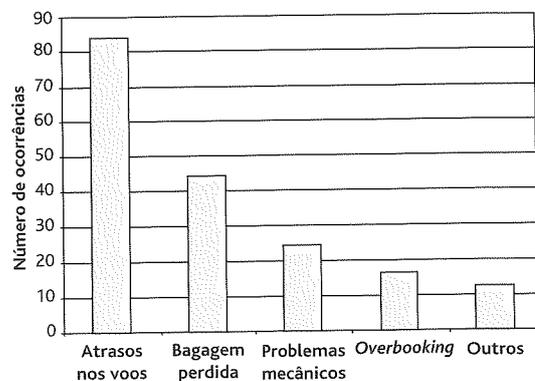


Figura 8.5 Gráfico de Pareto.

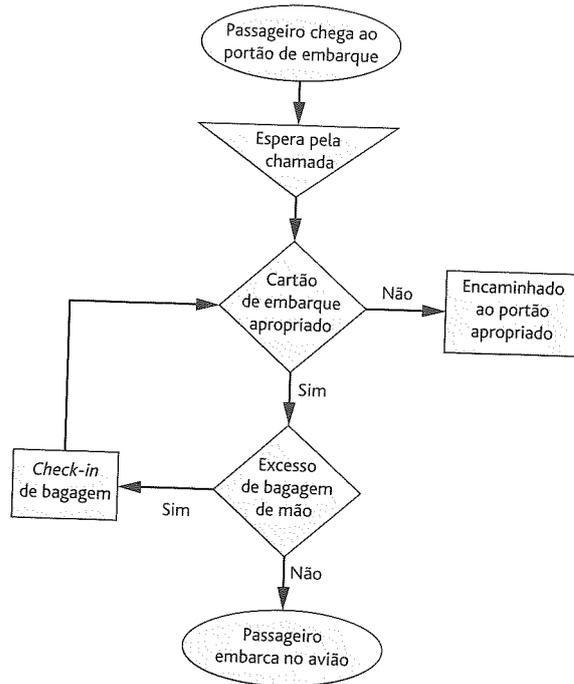


Figura 8.6 Fluxograma do portão de embarque.

para captar possíveis fontes de atrasos, como passageiros tentando embarcar com excesso de bagagem.

### Diagrama de causa e efeito

A *análise de causa e efeito* oferece uma abordagem estruturada para que uma equipe identifique, explore e demonstre graficamente, em detalhes, todas as causas possíveis relacionadas a um problema, a fim de descobrir a causa subjacente. O diagrama de causa e efeito também é conhecido como *diagrama espinha de peixe*, devido ao seu desenho em forma de esqueleto, ou *diagrama de Ishikawa*, em homenagem a seu criador. A Figura 8.7 contém um diagrama de causa e efeito para

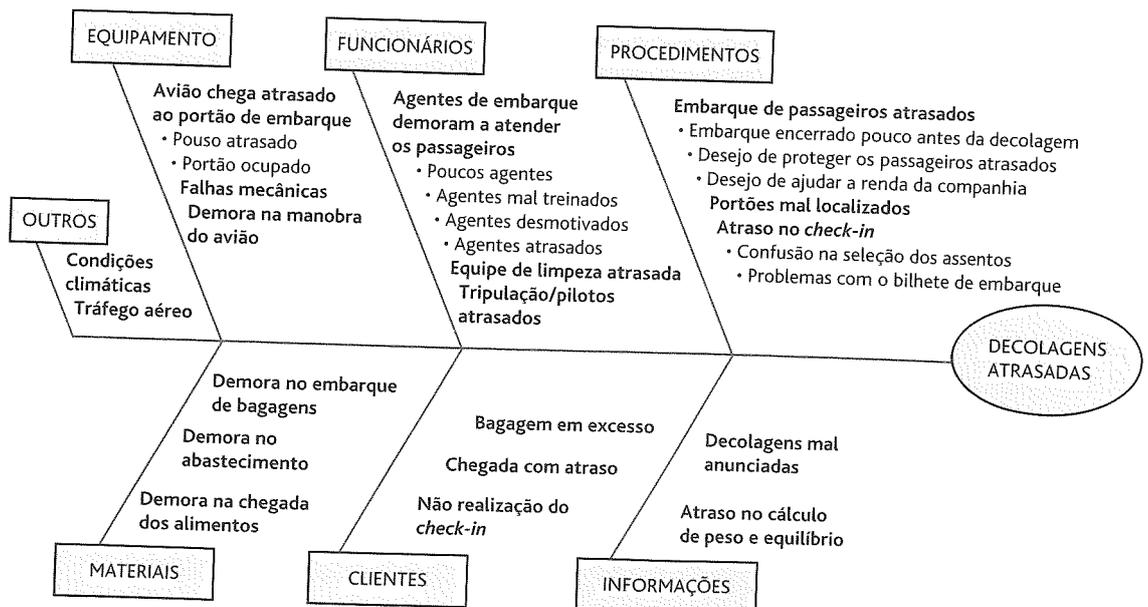


Figura 8.7 Diagrama de causa e efeito para voos atrasados.



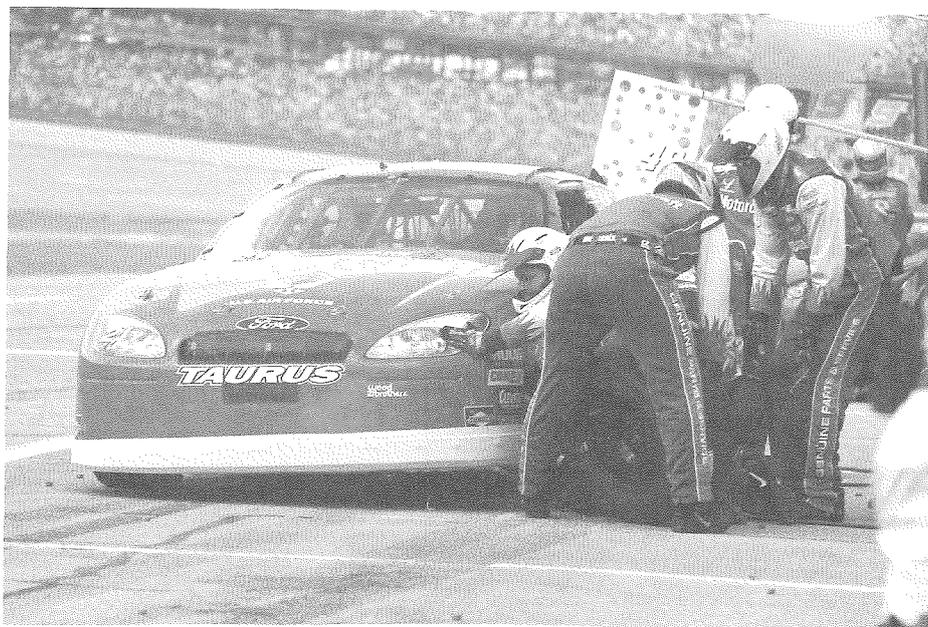
dentro dos limites durante o ano anterior). Após a solução ser implementada, o gráfico de controle serve para conferir se o processo está sob controle (p. ex., a porcentagem de decolagens pontuais permanece acima dos 90%, com uma meta de 95%). Para o ano atual, o processo está sob controle e a solução parece permanente.

### BENCHMARKING

A medida da qualidade do desempenho de uma empresa pode ser calculada pela comparação com o desempenho de outras empresas conhecidas por serem as “melhores da classe”, processo chamado de *benchmarking*. Por exemplo, a Singapore Airlines deve seu reconhecimento a um serviço de bordo de excelente reputação, a Federal Express, à entrega garantida em 24 horas, o Hampton Inns, a seus quartos limpos, e a loja de departamentos Nordstrom's, a seus vendedores atenciosos. Quando uma empresa obtém a reputação de “melhor da classe” em determinada dimensão de desempenho, torna-se um *benchmark* para comparação. O *benchmarking*, no entanto, é mais do que a comparação de estatísticas – também inclui visitas à empresa-líder para aprender, em primeira mão, como o administrador obteve um desempenho tão exemplar. Por razões óbvias, isso em geral exige que se saia do próprio campo de atuação. Alguns fabricantes, por exemplo, visitaram os *pit-stops* das corridas automobilísticas para aprender métodos de redução de tempo de trocas nas linhas de produção. Outros visitaram a Domino's Pizza para entender como se dá a entrega de produtos personalizados em 30 minutos.

O processo de *benchmarking* envolve cinco etapas: (1) selecionar um processo importante que precise de melhoria, (2) identificar uma empresa com excelência no processo, (3) contatar a empresa de *benchmark*, visitá-la e estudar o processo, (4) analisar as descobertas e (5) melhorar seu processo.

Para um exemplo típico, consideremos uma empresa de produtos eletrônicos que busca melhorar sua função de compras. Essa empresa formou uma equipe de estudo que visitou a Ford e aprendeu como ela conseguiu reduzir o número de fornecedores, conversou com a Toyota a respeito das relações com os vendedores e observou o processo de compras na Reliance Electric. A equipe retornou com medidas quantificáveis, que formavam um *benchmark* do desempenho superior dessas empresas-líderes, e com o conhecimento de como tais ganhos foram conquistados.



As companhias aéreas aprenderam a reduzir o tempo de reabastecimento e preparo de aeronaves observando o trabalho em equipe nas pistas de corrida de automóveis.

U.S. Air force foto de Mike Meares, piloto sênior

## PROGRAMAS PARA A MELHORIA DA QUALIDADE ORGANIZACIONAL

A qualidade em serviços começa com as pessoas. Todas as medições que apresentamos para detectar desvios não produzem um serviço de qualidade; a qualidade começa com o desenvolvimento de atitudes positivas em todas as pessoas da empresa. Como isso é alcançado? Atitudes positivas podem ser promovidas por um programa coordenado que inicia com a seleção dos empregados e progride por meio do treinamento, da atribuição de tarefas iniciais e de outros aspectos da progressão de carreira. Para evitar a complacência, é necessário um programa de melhoria contínua da qualidade. Esses programas enfatizam a prevenção da má qualidade e o desenvolvimento de uma mentalidade do tipo "a qualidade é garantida".

### Programas de pessoal para garantia da qualidade

Empresas de serviços com várias unidades enfrentam problemas específicos para manter a consistência entre todas as filiais. Por exemplo, os clientes de um hotel em Chicago esperam o mesmo atendimento recebido anteriormente em uma unidade da rede em Nova Orleans. Na verdade, a ideia de "não ter surpresas" é usada como um elemento de marketing.

O G. M. Hostage<sup>4</sup> acredita que o sucesso da Marriott Corporation se deve, em parte, a programas de pessoal que enfatizam treinamento, padrões de desempenho, desenvolvimento da carreira e gratificações. Ele acredita, ainda, que a qualidade do serviço é incrementada pela atitude que uma empresa assume em relação aos seus funcionários. Os oito programas seguintes têm se mostrado como os mais eficientes:

1. *Desenvolvimento individual* Por meio de manuais de instrução programada, os novos funcionários de gerenciamento adquirem as habilidades e o conhecimento técnico necessários para o cargo de nível inicial de gerente assistente. No caso de uma organização geograficamente dispersa, esses manuais asseguram que as habilidades de trabalho sejam ensinadas de forma sistemática.
2. *Treinamento* A equipe administrativa até os níveis médios participa a cada ano de uma reunião de desenvolvimento de gerenciamento. Nesses seminários, que duram de dois a três dias, é discutida uma variedade de tópicos relacionados ao gerenciamento profissional, contando com a participação dos gerentes de nível mais baixo de várias divisões operacionais.
3. *Planejamento de recursos humanos.* Os tipos de pessoas necessárias para ocupar posições-chave na empresa nos anos seguintes são identificados, criando um inventário de bons currículos para promoções futuras. Um elemento central desse plano é uma análise de desempenho periódica de todo o pessoal do gerenciamento.
4. *Padrões de desempenho* Foi desenvolvido um conjunto de guias para instruir os empregados sobre como se comportar ao lidar com os hóspedes e, em alguns casos, até como falar. O guia intitulado *Recepcionista do Marriott* enfatiza como fazer um hóspede se sentir bem-vindo e especial. O *Telefonista* explica em detalhes como falar com um hóspede e lidar com uma variedade de situações específicas. A *Camareira* ensina precisamente como se deve arrumar um quarto, passando por detalhes como o posicionamento do sabonete embalado no canto certo da pia e com o rótulo para cima. Em muitos casos, os guias são acompanhados por um vídeo para a demonstração dos procedimentos apropriados. A adesão a esses padrões é controlada por visitas surpresa de uma equipe de inspetores.
5. *Plano de carreira* Um programa de desenvolvimento de carreira, com uma escada de cargos com habilidades e responsabilidades cada vez maiores, dá aos empregados a oportunidade de crescerem com a empresa.
6. *Pesquisas de opinião* Uma pesquisa de opinião é conduzida anualmente pelo pessoal treinado em cada unidade. Em seguida, os resultados são discutidos em uma reunião. Essa pesquisa atua como um sistema de aviso prévio para impedir o surgimento de atitudes desfavoráveis.
7. *Tratamento justo* Dá-se aos empregados um guia com as expectativas da empresa e as obrigações que ela tem para com seus funcionários. O procedimento de queixa formal inclui o acesso à ouvidoria para ajudar na solução de dificuldades.

8. *Participação nos lucros* Um plano de participação nos lucros reconhece que os empregados são responsáveis por grande parte do sucesso da empresa e que merecem mais do que apenas um cheque de pagamento por seu empenho.

### Programa de 14 pontos de Deming

Credita-se a W. Edwards Deming o início da revolução da qualidade realizada com grande sucesso no Japão. De acordo com a visão de Deming, a gestão era responsável por 85% de todos os problemas de qualidade e, portanto, tinha de tomar a liderança para modificar os sistemas e processos que criaram esses problemas. Os gestores tinham de redirecionar sua atenção ao atendimento das necessidades dos clientes e à melhoria contínua, a fim de permanecer à frente da concorrência. A filosofia de Deming é resumida em um programa de 14 pontos:<sup>5</sup>

1. *Criar um propósito constante de melhorias de produto e serviço.* Os gestores devem parar de se preocupar somente com o próximo trimestre e edificar para o futuro. Deve-se esperar inovação em todas as áreas de negócios.
2. *Adotar a nova filosofia.* Recuse-se a admitir níveis ruins comumente aceitos no trabalho, atrasos e serviço sem dedicação.
3. *Deixar de ser dependente da inspeção em massa.* A inspeção ocorre quando é tarde demais além de ser muito cara. Em vez disso, concentre-se na melhoria do processo em si.
4. *Cessar a prática de fazer negócios levando em conta somente o preço.* O departamento de compras deve trabalhar com base em evidências estatísticas de qualidade, não com base no preço. Reduza o número de terceirizados e recompense os fornecedores de alta qualidade com contratos de longo prazo.
5. *Melhorar constantemente e definitivamente o sistema de produção e serviços.* Procure continuamente problemas no sistema e busque formas de melhoria. O desperdício deve ser reduzido, e a qualidade tem de ser melhorada em toda atividade de negócios, tanto no *back office* quanto no *front office*.
6. *Instituir métodos modernos de treinamento no trabalho.* Reestrua o treinamento de forma a definir níveis aceitáveis de trabalho. Utilize métodos estatísticos para avaliar o treinamento.
7. *Instituir métodos modernos de supervisão.* Ao supervisionar os trabalhadores, concentre-se em ajudá-los a realizar um trabalho melhor. Forneça as ferramentas e técnicas para promover o orgulho de cada um no seu trabalho.
8. *Eliminar o medo.* Elimine o medo incentivando a comunicação de problemas e a expressão de ideias.
9. *Derrubar as barreiras entre os departamentos.* Incentive a solução de problemas pelo trabalho em equipe e pelo uso de círculos de controle de qualidade.
10. *Eliminar as metas numéricas para a força de trabalho.* Metas, *slogans* e cartazes induzindo os trabalhadores a aumentarem a produtividade devem ser eliminados. Esses estímulos causam ressentimento entre os funcionários, porque a maior parte das mudanças necessárias está fora de seu controle.
11. *Eliminar os padrões de trabalho e cotas numéricas.* As cotas de produção que se concentram na quantidade resultam em má qualidade. As metas de qualidade, como as que preveem uma porcentagem aceitável de itens com defeitos, não motivam os trabalhadores a melhorarem. Utilize métodos estatísticos para a melhoria contínua da qualidade e da produtividade.
12. *Remover as barreiras que atrapalham os trabalhadores horistas.* Os trabalhadores precisam de retorno sobre a qualidade do seu trabalho. Todas as barreiras ao orgulho pelo próprio trabalho devem ser removidas.
13. *Instituir um programa vigoroso de educação e treinamento.* Devido às mudanças nas tecnologias e à rotatividade de pessoal, todos os empregados precisam de treinamento e retreinamento contínuos. Todo treinamento tem de incluir técnicas estatísticas básicas.
14. *Criar uma estrutura na alta gerência que faça cumprir todos os dias os 13 pontos anteriores.* Defina claramente o compromisso permanente da gerência com a melhoria contínua, tanto na qualidade quanto na produtividade.

### Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige

O Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige foi criado pelo Congresso dos Estados Unidos em 20 de agosto de 1987. O prêmio é uma homenagem a Malcolm Baldrige, que trabalhou como Secretário do Comércio de 1981 até a sua morte, em um acidente de rodeio, em 1987. O prêmio é concedido anualmente em reconhecimento às empresas norte-americanas que se destacaram na conquista e no gerenciamento da qualidade. Há cinco categorias para o prêmio: empresas de manufatura, empresas de serviços, assistência médica, educação e pequenos negócios.

Todas as empresas participantes do processo de premiação fazem sua inscrição, o que inclui uma avaliação. Exemplos de itens avaliados e da pontuação são listados na Figura 8.10. Observe a grande ênfase nos "resultados". A avaliação não é apenas uma base confiável para conceder o prêmio, mas também permite que os candidatos obtenham um diagnóstico do gerenciamento da qualidade como um todo. Todos os candidatos recebem *feedback* de equipes norte-americanas de especialistas em qualidade. Devido a esse aspecto de auditoria da qualidade vinculado pelo prêmio, a Motorola exige que todos os seus terceirizados se inscrevam.

Categorias e itens de 2010		Valores em pontos
<b>1</b>	<b>Liderança</b>	<b>120</b>
	1.1 Sistema de liderança	70
	1.2 Governança e responsabilidade social	50
<b>2</b>	<b>Planejamento estratégico</b>	<b>85</b>
	2.1 Desenvolvimento da estratégia	40
	2.2 Implementação da estratégia	45
<b>3</b>	<b>Foco nos clientes e no mercado</b>	<b>85</b>
	3.1 Conhecimento dos clientes e do mercado	40
	3.2 Satisfação do cliente e relacionamento com o cliente	45
<b>4</b>	<b>Avaliação, análise e gerenciamento de conhecimento</b>	<b>90</b>
	4.1 Avaliação, análise e melhoria do desempenho organizacional	45
	4.2 Gerenciamento de informações, tecnologia da informação e conhecimento	45
<b>5</b>	<b>Foco em recursos humanos</b>	<b>85</b>
	5.1 Envolvimento dos funcionários	45
	5.2 Ambiente de trabalho	40
<b>6</b>	<b>Gerenciamento de processo</b>	<b>85</b>
	6.1 Projeto dos sistemas de trabalho	35
	6.2 Gerenciamento e melhoria dos processos de trabalho	50
<b>7</b>	<b>Resultados</b>	<b>450</b>
	7.1 Resultados de produtos e serviços	100
	7.2 Resultados relativos aos clientes	70
	7.3 Resultados financeiros e de mercado	70
	7.4 Resultados relativos aos funcionários	70
	7.5 Resultados da eficiência do processo	70
	7.6 Resultados da liderança	70
	<b>TOTAL DE PONTOS</b>	<b>1.000</b>

Figura 8.10 Critérios do Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige.

### ISO 9000

A série *ISO 9000* de padrões para sistemas de gerenciamento da qualidade está se transformando rapidamente em uma exigência para a realização de negócios em muitos setores, apesar de ser um padrão voluntário. A ISO (prefixo de origem grega que significa "igual") é uma série de padrões de qualidade definidos pela Organização Internacional para Padronização, um consórcio das nações industrializadas. O fato de ser adotada globalmente faz dela um padrão importante para os negócios, assumindo o *status* de "qualificador". As empresas, portanto, buscam a certificação para os negócios, desejando alcançar melhorias na qualidade ou se acreditam nessa necessidade.

A certificação para um padrão ISO 9000 indica que a empresa tem um sistema de gerenciamento da qualidade que assegura a consistência da qualidade de produção. O sistema está contido nos procedimentos, por isso a paráfrase comum das exigências do ISO 9000 ser "diga o que faz e faça o que diz". A certificação ISO 9000 apresenta várias características importantes. Primeiro, ela não prescreve práticas específicas. Em segundo lugar, ela nada especifica diretamente sobre a qualidade do produto ou serviço em si. Terceiro, a certificação é fornecida por um sistema altamente descentralizado de auditores e institutos de certificação. A ISO em si está envolvida apenas no projeto e na atualização dos padrões, não na certificação.

A documentação dos processos e o desempenho consistente são as características-chave dos padrões ISO. A ISO 9000 busca alcançar esses pontos exigindo que as empresas implementem um ciclo de três componentes:

1. Planejamento As atividades que afetam a qualidade devem ser planejadas para assegurar que as metas, a autoridade e a responsabilidade sejam definidas e compreendidas.
2. Controle As atividades que afetam a qualidade devem ser controladas para assegurar que as exigências especificadas em todos os níveis sejam atendidas, que os problemas sejam antecipados e evitados e que as ações corretivas sejam planejadas e executadas.
3. Documentação As atividades que afetam a qualidade devem ser documentadas para assegurar a compreensão dos objetivos e métodos da qualidade, a interação facilitada dentro da organização, o feedback do ciclo de planejamento e para servir como uma evidência objetiva do desempenho do sistema de qualidade.

A motivação para a ISO 9000 advém do fato de a Comunidade Econômica Europeia ter adotado essa certificação como exigência para negócios com os países-membros. No entanto, muitos países seguem e implementam os padrões de qualidade ISO 9000 por razões diferentes. As empresas perceberam que o próprio processo de implementar o padrão e os benefícios da melhoria na qualidade são significativos o suficiente para justificar o esforço.

### Seis sigma

Em meados da década de 1980, os engenheiros da Motorola queriam identificar problemas de qualidade a fim de impulsionar a melhoria de processos. Assim, decidiram descrever os níveis de qualidade em termos de defeitos por milhão de itens produzidos. A Motorola adotou esse novo padrão e implementou uma metodologia chamada *Seis Sigma*, a qual, com a liderança da alta administração, criou uma mudança de cultura na organização. Como resultado desse trabalho, a Motorola documentou uma economia de 16 bilhões de dólares, que foram diretamente incorporados ao lucro da empresa. Isso difere de um igual aumento na receita, do qual deveria-se subtrair o custo dos produtos. Esse desempenho financeiro não passou despercebido; centenas de empresas do mundo todo adotaram o Seis Sigma como um modo de fazer negócios. Há boatos, por exemplo, de que Larry Bossidy, da Allied Signal (hoje Honeywell), e Jack Welch, da General Electric, jogavam golfe, um dia, quando Jack teria apostado que conseguiria implementar o Seis Sigma mais rápido e com melhores resultados na GE do que Larry na Allied Signal. Os resultados financeiros da GE excederam muito as expectativas, e o Seis Sigma tornou-se o alicerce da lenda Jack Welch. O Seis Sigma evoluiu com o tempo, tornando-se mais do que simplesmente um sistema de qualidade: um modo de fazer negócios que pode ser considerado uma visão, uma filosofia, um símbolo, uma métrica, uma meta e uma metodologia.<sup>6</sup>

A variação faz parte de qualquer processo – basta observar as chegadas pontuais de uma companhia aérea, na Figura 8.11. As organizações costumam descrever seus esforços em termos de "médias", como o tempo médio de espera, o que talvez oculte problemas por ignorar a variação. O

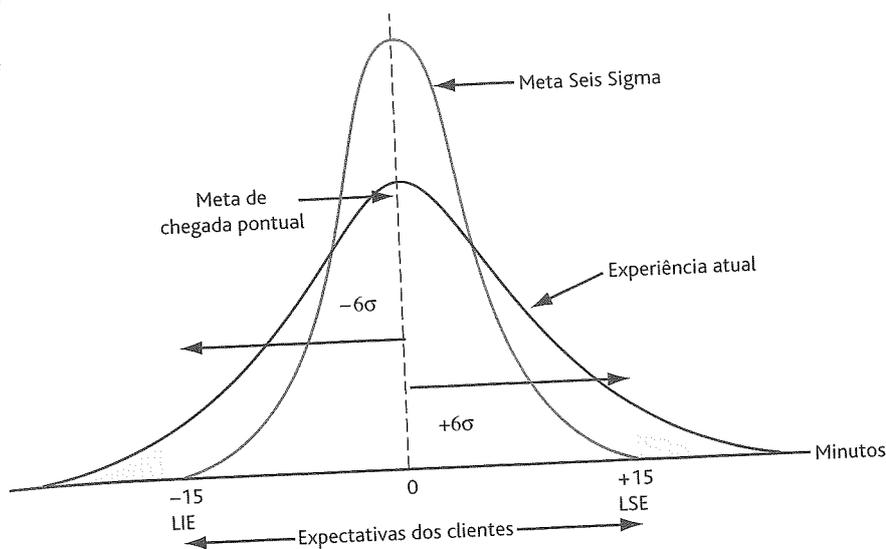


Figura 8.11 Distribuição das chegadas pontuais.

objetivo do Seis Sigma é reduzir ou restringir a variação no desempenho a ponto de seis desvios-padrão poderem ser encaixados dentro dos limites definidos pelas expectativas dos clientes. Esses limites são definidos como limite superior de especificação (LSE) e limite inferior de especificação (LIE). A Figura 8.11 mostra que a atual variação excede muito a expectativa do cliente, que é de um desvio de 15 minutos para mais ou para menos na partida ou na chegada programada. Um objetivo Seis Sigma é atingido quando parte da variação é eliminada do processo, de modo que a faixa de 15 minutos a mais ou a menos se estenda seis desvios-padrão ( $\sigma$ ) a mais ou a menos da meta de chegada pontual.

Para reduzir a variabilidade, deve-se ter uma medida do progresso feito em relação ao objetivo pretendido. Um *índice de capacitação do processo* é uma medida estatística que mede o quanto a variabilidade do processo foi reduzida mediante o cumprimento da meta. Quando a média se encontra no centro entre os limites de especificação, utiliza-se o índice  $C_p$ :

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \tag{8.1}$$

O valor  $C_p \geq 2,0$  é tido como o nível aceitável de capacitação do processo dentro dos padrões Seis Sigma. No exemplo ilustrado na Figura 8.11, vê-se que é necessário um  $\sigma = 15/6 = 2,5$  para que se atinja o nível mínimo de variação para o Seis Sigma.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{+15 - (-15)}{6(2,5)} = 2,0$$

Quando a média não está no centro entre os limites de especificação, utiliza-se o índice  $C_{pk}$ :

$$C_{pk} = \min \left[ \frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right] \tag{8.2}$$

Voltando para a Figura 8.11, imaginemos que a média de pontualidade tenha mudado de  $\mu = 0$  para  $\mu = +1$  e que o desvio-padrão  $\sigma$  tenha permanecido em 2,5.

$$C_{pk} = \min \left[ \frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right] = \min \left[ \frac{15 - 1}{3(2,5)}, \frac{1 - (-15)}{3(2,5)} \right] = \min[1,87, 2,13] = 1,87$$

Não se tem mais um processo que atinja a expectativa de  $C_{pk} \geq 2,0$  do Seis Sigma, a não ser que aumentemos o valor do LSE para 16, para refletir a nova média.



**Figura 8.12** Papéis e responsabilidades na organização Seis Sigma.  
 Fonte: Paul Fox, "Six Sigma Deployment", apresentação na sessão Driving Improvement through Six Sigma, National Quality Conference of the European Society for Quality in Healthcare, Dublin, Irlanda, 8 de novembro de 2001.

O Seis Sigma é uma metodologia rigorosa e disciplinada, que utiliza dados e análise estatística para mensurar e melhorar o desempenho operacional de uma empresa, identificando e eliminando defeitos para promover a satisfação do cliente. O Seis Sigma exige que a organização adote uma cultura em que todos, em todos os níveis, alimentem a paixão pelo aperfeiçoamento contínuo, com uma meta de 3,4 erros por milhão de encontros com clientes – praticamente a perfeição. Em termos estatísticos, se supusermos que a variação do processo tem uma distribuição normal, então seis desvios-padrão ( $6\sigma$ ) definem uma probabilidade de 0,0000034 na extremidade da distribuição. O foco do Seis Sigma está em relatar erros, o que é mais motivador do que apresentar o desempenho em termos de porcentagem de sucessos. Por exemplo, uma empresa de entrega de encomendas em 24 horas, como a FedEx, poderia orgulhar-se de entregar corretamente 99,9% dos pacotes. No entanto, se ela processa aproximadamente um milhão de pacotes por dia, o resultado é 1.000 erros diários! É interessante que metade desses erros poderia ser causada pelos clientes e que, portanto, o processo jamais alcançará o objetivo Seis Sigma, a menos que haja uma melhora na participação do cliente – um problema típico enfrentado pelas empresas de serviços.

O Seis Sigma foca-se no projeto, com ênfase no apoio e na liderança de cima para baixo, que identifica alvos de oportunidade para maximizar benefícios financeiros. O objetivo do projeto Seis Sigma pode ser reduzir os defeitos (falhas no serviço), os custos ou a variabilidade do processo, aumentar a produtividade ou elevar a satisfação do cliente. As responsabilidades do projeto Seis Sigma são estruturadas por meio de uma hierarquia para treinamento e atribuição de responsabilidades. A Figura 8.12 ilustra os papéis e as responsabilidades, que são, em ordem hierárquica: executivo, campeão do projeto, mestre faixa preta, faixa preta, faixa verde e membro do projeto. Estimula-se o desenvolvimento de habilidades: por exemplo, um membro do projeto pode avançar

**Tabela 8.3** Etapas do processo DMAIC Seis sigma

Etapa	Definição
Definir	Definir os objetivos do projeto e os clientes internos e externos.
Medir	Medir o atual nível de desempenho.
Analisar	Determinar as causas dos problemas atuais.
Melhorar	Identificar como o processo pode ser melhorado para eliminar os problemas.
Controlar	Desenvolver mecanismos para controlar o processo melhorado.

Tabela 8.4 Comparação entre ISO 9000, prêmio nacional de qualidade Malcolm Baldrige e Seis sigma

ISO 9000	Prêmio Baldrige	Seis sigma
Estrutura para criar o "pensamento da qualidade".	Estrutura para criar o "pensamento do desempenho".	Estrutura para associar melhoria e lucratividade.
Facilita o gerenciamento de processo por meio da documentação e do cumprimento de normas.	Facilita a prática do <i>benchmark</i> para elevar os níveis de desempenho a patamares de "melhor da categoria".	Facilita melhorias drásticas para atingir a excelência em desempenho.
Especifica todas as funções empresariais, exceto a contabilidade.	Especifica os principais aspectos do negócio.	Especifica uma metodologia para melhoria, sem considerar a funcionalidade.
Promove a responsabilidade administrativa por meio da comunicação e da avaliação da administração.	Promove comportamentos de liderança excepcionais como modo de vida na sociedade.	Exige que a liderança ambicione o melhor desempenho em conjunto com a alta lucratividade.
O principal aspecto é o cumprimento das práticas documentadas e a melhoria da eficiência.	O principal aspecto é atingir a total satisfação do cliente por meio de práticas e desempenho superiores.	O principal aspecto é atingir e manter uma alta taxa de melhoria de aspectos empresariais que afetem a lucratividade.
Cerca de 50.000 empresas em todo o mundo o implementaram.	Cerca de quatro a oito empresas anualmente recebem o prêmio em nível nacional; um número semelhante é concedido em nível estadual e em outros países.	Foi adotado por diversas empresas com o objetivo de obter melhorias drásticas e aumentar a lucratividade.
É difícil quantificar o quanto foi economizado.	O desempenho de empresas públicas mostra uma vantagem de três a quatro vezes maior em relação a outras empresas.	As empresas relatam uma grande economia de custos nas áreas de produção e de serviços.
Aplicação em massa dos padrões.	Limitado a poucas empresas.	Seletivamente usado por empresas decididas a serem as melhores.
É um certificado concedido por terceiros.	É um reconhecimento pela excelência.	É uma metodologia para otimizar o desempenho e maximizar a lucratividade.
Está em declínio devido à diversificação em série.	Estabilizado devido ao reconhecimento limitado. Expandiu-se para as áreas de assistência médica e educação.	Popularizando-se rapidamente como um meio atrativo de concretizar resultados financeiros superiores.

Fonte: Lavanya Ravi, "Six Sigma in Service Organizations", Master of Science in Engineering Report, The University of Texas, Austin, December 2003, p. 23

com o treinamento, tornando-se um faixa verde, e depois chegar a níveis mais altos de responsabilidade no programa Seis Sigma da empresa. Conforme apresenta a Tabela 8.3, o Seis Sigma usa um ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control* – Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) para estruturar os trabalhos de melhoria em processos existentes que não estejam tendo o desempenho desejado. A Tabela 8.4 apresenta uma comparação do Seis Sigma com a ISO 9000 e com o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige.

### Lean service

O *lean service* é uma extensão dos princípios *lean* – introduzidos primeiramente pelo Sistema Toyota de Produção (STP) – que focam na eliminação do desperdício, no fluxo contínuo e na produção condicionada pela demanda. Esse sistema, no setor manufatureiro, é chamado produção *just-in-time*. O objetivo de um processo *lean service* é obter um fluxo rápido e contínuo de atividades que agreguem valor ao produto final, a fim de satisfazer as necessidades do cliente. A filosofia *lean* é guiada por três princípios:

1. Satisfazer as necessidades dos clientes executando apenas atividades que, na visão deles, agregam valor.
2. Definir o "fluxo de valor" montando fluxogramas do processo, a fim de identificar tanto as atividades que agregam valor quanto as que não agregam.
3. Eliminar desperdícios. Desperdícios no fluxo de valor são atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar.

O *lean service* é um meio de atingir o processo perfeito, tendo três metas: o propósito certo (valor); o melhor método (processo); e o mais intenso sentimento de realização profissional (pessoas). O propósito certo se dá por meio do foco em atividades valorizadas pelo cliente e que sejam capazes (p. ex., Seis Sigma), disponíveis (p. ex., em nível de pessoal), adequadas (p. ex., pessoal

treinado) e flexíveis (p. ex., arbítrio dos empregados). O melhor processo tem um fluxo capaz de unir baixo volume e grande variedade, além de responder à pressão da demanda. O processo satisfaz os trabalhadores, pois estes têm a sensação de que fornecem um serviço de valor, o que gera realização pessoal.

As etapas a seguir estabelecem um guia para a implementação do *lean service*.<sup>7</sup>

1. Identifique os processos-chave na sua organização.
  - Quais são primários?
  - Quais são de suporte?
  - Quais são mais importantes para o cliente?
  - Quais são mais importantes para o sucesso da organização?
  - Quais trazem mais problemas para os trabalhadores?
2. Selecione os processos mais importantes e organize-os por ordem de importância.
  - Forme um grupo de pessoas envolvidas no processo, incluindo os clientes.
  - Crie um mapa de fluxo de valor do "estado atual" do processo.
3. Analise de que forma o processo pode ser modificado para que se aproxime mais da perfeição.
  - Crie um mapa de fluxo de valor do "estado futuro" do processo (já melhorado).
4. Pergunte-se que mudanças serão necessárias para sustentar o "estado futuro" do processo.
  - Estabelecer uma nova posição de administrador de processo?
  - Reorganizar departamentos e funções já existentes?
  - Introduzir novos padrões de medida para alinhar os desempenhos de departamentos e de funções?
5. Implemente as mudanças necessárias para criar o "estado futuro" do processo.
  - Meça o desempenho em comparação com o "estado atual".
  - Introduza as mudanças necessárias para ajustar o processo.
  - Determine se o processo ajustado é estável e sustentável.
6. Uma vez testado o "estado futuro" do processo:
  - Determine o que fazer com bens e pessoas excedentes.
7. Uma vez melhorados todos os processos:
  - Reinicie o ciclo.
  - Considere os pontos em comum com outras organizações em termos de processos *downstream* e *upstream*.

## Resumo

Os fundamentos da melhoria contínua de processos estão na abordagem incremental de Deming para a solução de problemas, conforme o ciclo PDCA. O processo de melhoria emprega sete ferramentas de qualidade: planilha de controle, gráfico de controle, histograma, gráfico de Pareto, fluxograma, diagrama de dispersão e diagrama de causa e efeito. Essas ferramentas podem ser usadas por qualquer um na orga-

nização para contribuir com a melhoria de processo. Entretanto, a alta administração precisa demonstrar liderança ao promover programas de melhoria da qualidade. Dentre os vários programas, como a série ISO 9000 e o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige, o mais recente é o Seis Sigma, ao qual se atribuem resultados significativos em empresas como Motorola, Allied Signal e General Electric.

## Benchmark em serviços

Vencedores do Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige nas categorias serviços, educação e assistência médica

Ano	Serviços	Assistência médica	Educação
1990	Federal Express		
1992	AT&T Universal Card Services The Ritz-Carlton Hotel		
1994	AT&T Consumer Communications Services GTE Directories		
1996	Dana Commercial Credit		
1997	Merrill Lynch Credit Xerox Business Services		
1999	The Ritz-Carlton Hotel BI		
2000	Operations Management International		
2001			Chugach School District Pearl River School District University of Wisconsin-Stout
2002		SSM Health Care	
2003	Boeing Aerospace Support Caterpillar Financial Services Corporation	Baptist Hospital, Inc. Saint Luke's Hospital of Kansas City	Community Consolidated School District 15
2004		Robert Wood Johnson University Hospital Hamilton	Kenneth W Monfort College of Business
2005	DynMcDermott Petroleum Operations	Bronson Methodist Hospital	Jenks Public Schools Richland College
2006	Premier, Inc.	North Mississippi Medical Center	
2007		Mercy Health System Sharp HealthCare	
2008		Poudre Valley Health System	Iredell-Statesville Schools
2009		AtlantiCare Heartland Health	

Fonte: <http://baldrige.nist.gov/>

### Palavras-chave e definições

**Análise de causa e efeito:** processo que usa um gráfico em forma de espinha de peixe para descobrir a origem de um problema de qualidade em um serviço. *p.184*

**Benchmarking:** prática de comparar o desempenho de uma empresa com o de empresas conhecidas por serem as "melhores da classe". *p.186*

**Ciclo PDCA:** processo de melhoria contínua que consiste em quatro etapas: planejar, executar, verificar e agir. *p.180*

**Gráfico de Pareto:** apresenta os problemas em um gráfico de barras, conforme sua frequência relativa em ordem decrescente. *p.183*

**Índice de capacitação do processo:** mede a capacidade de um processo de atender a especificações. *p.191*

**ISO 9000:** programa internacional que certifica empresas por terem um sistema de gerenciamento da qualidade, para garantir resultados consistentes em termos de qualidade. *p.190*

**Lean service:** filosofia de melhoria de processos baseada na eliminação de atividades que não agregam valor. *p.193*

**Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige:** prêmio anual para a excelência em qualidade conquistado por empresas dos setores de manufatura, serviços, assistência médica e educação. *p.189*

**Seis Sigma:** metodologia rigorosa e disciplinada para melhorar o desempenho operacional de uma empresa ao eliminar defeitos do processo. *p.190*

### Tópicos para discussão

1. Discuta por que o programa de 14 pontos de Deming foi rejeitado por empresas dos Estados Unidos, mas adotado pelos japoneses após a Segunda Guerra Mundial.
2. Explique como a aplicação do ciclo PDCA pode sustentar uma estratégia competitiva de liderança em baixos custos.
3. Quais são as limitações do *benchmarking*?
4. Explique por que o Seis Sigma foi acusado de inibir a criatividade na empresa 3M.

### Exercício interativo

A turma deve preparar um diagrama de processos (mapa de fluxo de valor) de um serviço conhecido e identificar as atividades

que não agregam valor. Devem ser feitas sugestões para eliminar o desperdício.

## Delegada do condado de Senora

Localizado no norte da Califórnia e conhecido por seus vinhedos e por seu litoral escarpado, banhado pelo Pacífico, Senora é um condado rural que tem apenas uma cidade grande: Santa Rita, com uma população de 150.000 habitantes. Na Universidade Estadual de Senora, em Santa Rita, estudam cerca de 12.000 alunos. A delegada do condado mantém um registro mensal das atividades de seu departamento, organizando-as por tipo de incidente, como mostrado na Figura 8.13, do ano anterior. Ela está preocupada com o que parece ser um aumento recente nos índices de roubo.

#### Questões

1. Prepare um gráfico de controle para cada categoria de incidentes. A delegada tem razão para se preocupar com os

### Estudo de caso 8.1

roubos? Para criar um diagrama de dispersão e determinar uma possível explicação, que variável seria relacionada aos roubos?

2. O que há de incomum nos padrões mensais de atentados à ordem pública e direção alcoolizada? O que poderia explicar esse comportamento? O que a delegada poderia fazer com esse padrão para reduzir o número de incidentes?
3. Você recomendaria a elaboração de gráficos de controle para agressões e furtos? Justifique.
4. Elabore um gráfico de Pareto com base no número total de incidentes do ano passado. Por que, de acordo com os resultados do gráfico de Pareto, a delegada pode não priorizar os esforços para a redução de incidentes?

Mês	Incidente				
	Agressão	Roubo	Atentado à ordem pública	Direção alcoolizada	Furto
Janeiro	2	2	3	6	6
Fevereiro	2	1	1	2	4
Março	1	3	2	4	5
Abril	2	2	1	2	6
Mai	2	4	2	3	7
Junho	3	5	4	4	5
Julho	2	4	5	3	3
Agosto	1	7	4	4	6
Setembro	3	9	2	3	5
Outubro	2	8	1	2	4
Novembro	1	10	2	4	5
Dezembro	1	13	1	7	6

Figura 8.13 Planilha de controle de incidentes.

# Restaurante Mega Bytes<sup>8</sup>

## Estudo de caso 8.2

O Mega Bytes é um restaurante que atende viajantes de negócios com um bufê de café da manhã de autoatendimento. Para medir a satisfação do cliente, o gerente elaborou uma pesquisa e a distribuiu durante um período de três meses. Os resultados, conforme resume o gráfico de Pareto na Figura 8.14, indicam que o maior problema do restaurante é a longa espera dos clientes para sentarem-se à mesa.

Foi formada uma equipe de empregados para trabalhar na resolução desse problema. Os membros da equipe decidiram utilizar o Método de Sete Etapas (SSM – *seven step method*), uma abordagem estruturada para a solução de problemas e a melhoria de processos originalmente desenvolvida pela Joiner Associates, Inc., de Madison, Wisconsin. O SSM conduz uma equipe ao longo de uma sequência lógica de etapas que obriga a uma análise completa do problema, de suas causas potenciais e das soluções possíveis. A estrutura imposta pelo SSM ajuda a equipe a se concentrar nas questões pertinentes e a evitar a dispersão de energia em ações tangenciais ou contraproduzidas. A SSM é voltada para estudos analíticos, e não enumerativos. No geral, os estudos analíticos concentram-se nas relações de causa e efeito e em previsões, enquanto os estudos enumerativos focam-se em uma população existente.

As etapas desse método são apresentadas na Tabela 8.5 e aplicadas aqui ao caso do Mega Bytes:

**Etapa 1: definir o projeto.** Os resultados da pesquisa do Mega Bytes indicam que os clientes esperam muito tempo para conseguir uma mesa. Os clientes são, em sua maioria, viajantes de negócios que desejam ser atendidos imediatamente ou esperam uma oportunidade para discutir negócios durante a refeição. A equipe considera diversas questões, como "quando começa o período de espera? Quando ele termina? Como ele pode ser medido?", e, então, chega a uma definição operacional do problema que deve ser resolvido: "a demora para conseguir uma mesa".

**Etapa 2: estudar a situação atual.** A equipe coleta dados básicos e representa-os graficamente, como mostrado na Figura 8.15. Ao mesmo tempo, é elaborado um fluxograma do processo de acomodação de um grupo de pessoas nas mesas, e a equipe

também desenha a planta baixa do Mega Bytes, como mostra a Figura 8.16.

Os dados básicos indicam que a porcentagem de pessoas que precisam esperar é maior no início da semana do que no fim. Essa descoberta já era esperada, pois a maioria dos clientes do Mega Bytes é composta por viajantes de negócios. O tamanho dos grupos não parece ser um fator, e não houve surpresas no histograma que relaciona o número de pessoas que esperam mais de um minuto ao período da manhã: mais pessoas esperam durante as horas de maior ocupação do que durante as horas de menor ocupação.

Contudo, a razão para a espera é interessante. A maioria das pessoas fica esperando ou porque não há mesas disponíveis, ou porque não há mesas disponíveis na área de sua preferência. Os clientes algumas vezes têm de esperar para sentar porque as recepcionistas para acompanhá-los não estão disponíveis, ou porque outras pessoas de seu grupo ainda não chegaram. Aqui, seria fácil saltar para a conclusão de que o problema poderia ser resolvido pelo simples acréscimo de mais funcionários no início da semana e durante as horas de maior ocupação.

Os membros da equipe constataram, porém, que necessitavam de informações adicionais relacionadas ao motivo de as mesas não estarem disponíveis e sobre como as preferências por certos lugares afetavam o tempo de espera. Os dados subsequentes indicaram que as mesas "indisponíveis" em geral estavam nessa condição por não estarem limpas, e não porque estivessem ocupadas por outros clientes. Os dados também mostraram que a maioria que esperava preferia sentar-se na área de não fumantes.

**Etapa 3: analisar as causas prováveis.** Um diagrama de causa e efeito é construído para a questão "por que as mesas não ficam disponíveis rapidamente?", como vemos na Figura 8.17. A equipe concluiu que a causa mais comum de ambos os problemas (isto é, mesas por limpar e espera por mesas de não fumantes) poderia ser atribuída à distância entre as mesas e a cozinha e, talvez, à atual proporção de mesas para fumantes e não fumantes.

**Etapa 4: implementar uma solução.** A equipe desenvolveu uma lista de possíveis soluções. Como a equipe não consegue verificar

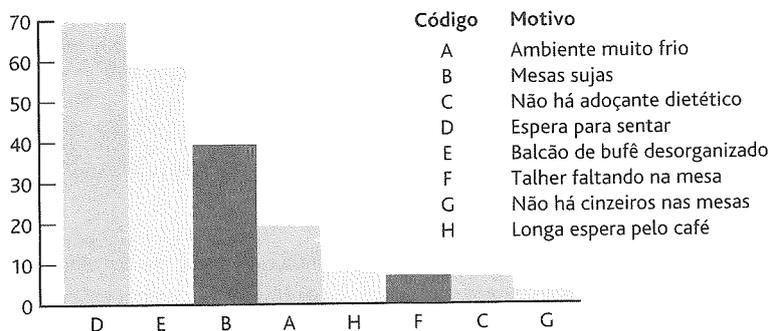
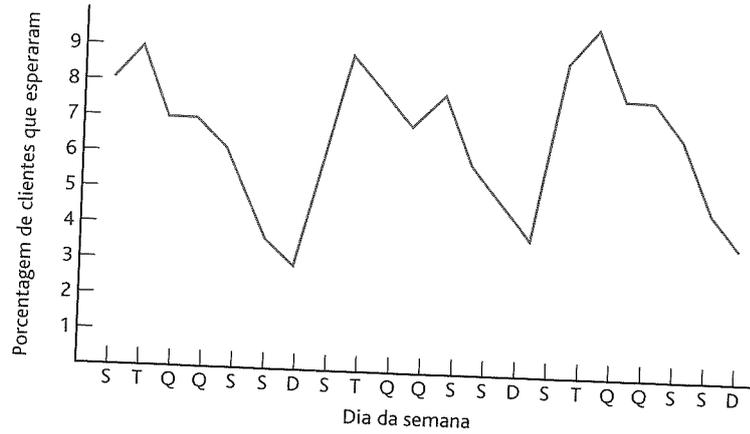


Figura 8.14 Gráfico de Pareto para reclamações.

Fonte: Reimpressa com a permissão de M. Gaudard, R. Coates and L. Freeman, "Accelerating Improvement," *Quality Progress* 24, no. 10, October 1991, p. 83.



**Figura 8.15** Gráfico de controle da porcentagem de clientes que esperam mais de um minuto para sentar. Fonte: Reimpressa com a permissão de M. Gaudard, R. Coates and L. Freeman, "Accelerating Improvement," *Quality Progress* 24, no. 10, October 1991, p. 83.

**Tabela 8.5** O método das sete etapas

- Etapa 1: definir o projeto.**
1. Defina o problema em termos da lacuna entre o que ocorre e o que deveria ocorrer. (P. ex., "Os clientes relatam um excessivo número de erros. O objetivo da equipe é reduzir o número de erros".)
  2. Documente a importância de trabalhar nesse problema específico:
    - Explique como você sabe que isso é um problema, fornecendo quaisquer dados que apoiem sua conclusão.
    - Liste as principais características da qualidade para o cliente. Especifique o quanto a diminuição da lacuna beneficiará os clientes de acordo com essas características.
  3. Determine os dados que você utilizará para medir o progresso:
    - Decida quais dados você utilizará como referência em relação à melhoria a ser medida.
    - Desenvolva as definições operacionais de que você necessitará para coletar os dados.
- Etapa 2: estudar a situação atual.**
1. Colete os dados de referência e represente-os graficamente (algumas vezes, podem ser utilizados dados históricos para esse propósito). Um gráfico de controle normalmente é utilizado para exibir os dados de referência. Decida como você exibirá esses dados no gráfico. Decida como você rotulará os eixos.
  2. Elabore fluxogramas dos processos.
  3. Forneça algum esquema de apoio ou ajuda visual.
  4. Identifique quaisquer variáveis que influenciem o problema. Considere as variáveis relacionadas a quê, onde, o quanto e quem. Dados sobre essas variáveis serão coletados para localizar o problema.
  5. Projete os instrumentos para a coleta de dados.
  6. Colete os dados e resuma o que você aprendeu a respeito dos efeitos das variáveis sobre o problema.
  7. Determine quais informações adicionais seriam úteis neste momento. Repita as subetapas 2 a 7 até que não restem informações adicionais que possam ser úteis no momento.
- Etapa 3: analisar as causas prováveis.**
1. Determine as causas prováveis das condições atuais:
    - Utilize os dados coletados na Etapa 2 e a experiência das pessoas que trabalharam no processo para identificar as condições que podem conduzir ao problema.
    - Construa diagramas de causa e efeito para essas condições de interesse.
    - Determine as causas mais comuns ao verificar os dados da Etapa 2 e a experiência das pessoas que trabalham no processo.
  2. Determine se mais dados são necessários. Se forem, repita as subetapas 2 a 7 da Etapa 2.
  3. Se possível, verifique as causas mediante observação ou ao controlar diretamente as variáveis.

(Continua)

**Tabela 8.5** O método das sete etapas (Continuação)

**Etapa 4: implementar uma solução.**

1. Elabore uma lista de soluções a serem consideradas. Seja criativo.

2. Decida quais soluções devem ser testadas:

- Cuidadosamente, avalie a viabilidade de cada solução, a probabilidade de sucesso e as prováveis consequências adversas.
- Identifique com clareza seus motivos para escolher uma determinada solução.

3. Determine como a solução escolhida será implementada. Será em um projeto-piloto? Quem será responsável pela implantação? Quem treinará os envolvidos?

4. Implemente a solução escolhida.

**Etapa 5: verificar os resultados.**

1. Determine se as ações da Etapa 4 foram eficazes:

- Colete mais dados sobre a medida de referência da Etapa 1.
- Colete quaisquer outros dados relacionados às condições iniciais que sejam relevantes.
- Analise os resultados. Determine se a solução testada foi eficaz. Repita as etapas iniciais se necessário.

2. Descreva quaisquer desvios do que foi planejado e o que foi aprendido.

**Etapa 6: padronizar a melhoria.**

1. Institucionalize a melhoria:

- Desenvolva uma estratégia para institucionalizar a melhoria e atribua responsabilidades.
- Implemente a estratégia e verifique se ela foi bem-sucedida.

2. Determine se a melhoria pode ser aplicada a outras áreas e planeje essa implementação.

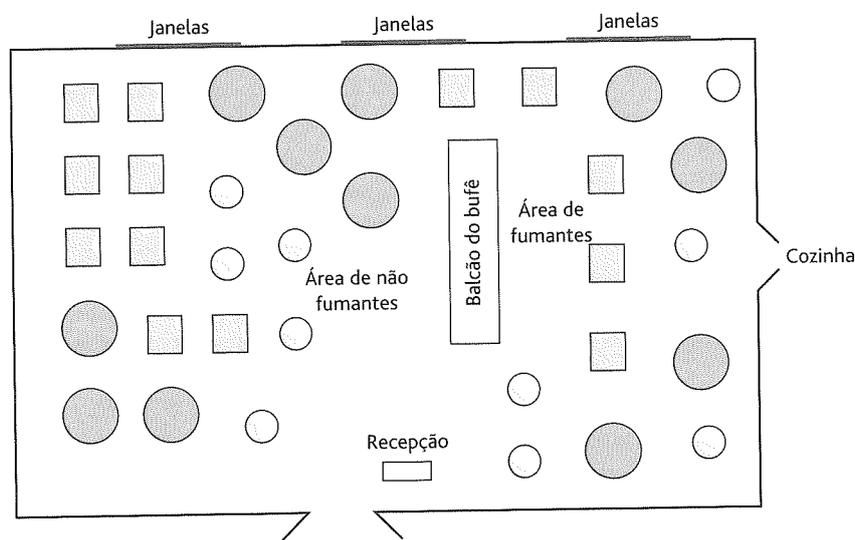
**Etapa 7: estabelecer planos futuros.**

1. Determine seus planos para o futuro:

- Decida se a lacuna pode ser novamente reduzida e, em caso afirmativo, como outro projeto deveria ser abordado e quem deveria estar envolvido.
- Identifique os problemas relacionados que deveriam ser abordados.

2. Resuma o que você aprendeu com a experiência na equipe do projeto e faça recomendações para futuras equipes.

Fonte: Reimpressa com a permissão de M. Gaudard, R. Coates, and L. Freeman, "Accelerating Improvement", *Quality Progress* 24, no. 10, October 1991, p. 82.



**Figura 8.16** Planta baixa do restaurante.

Fonte: Reimpressa com a permissão de M. Gaudard, R. Coates and L. Freeman, "Accelerating Improvement," *Quality Progress* 24, no. 10, October 1991, p. 83.

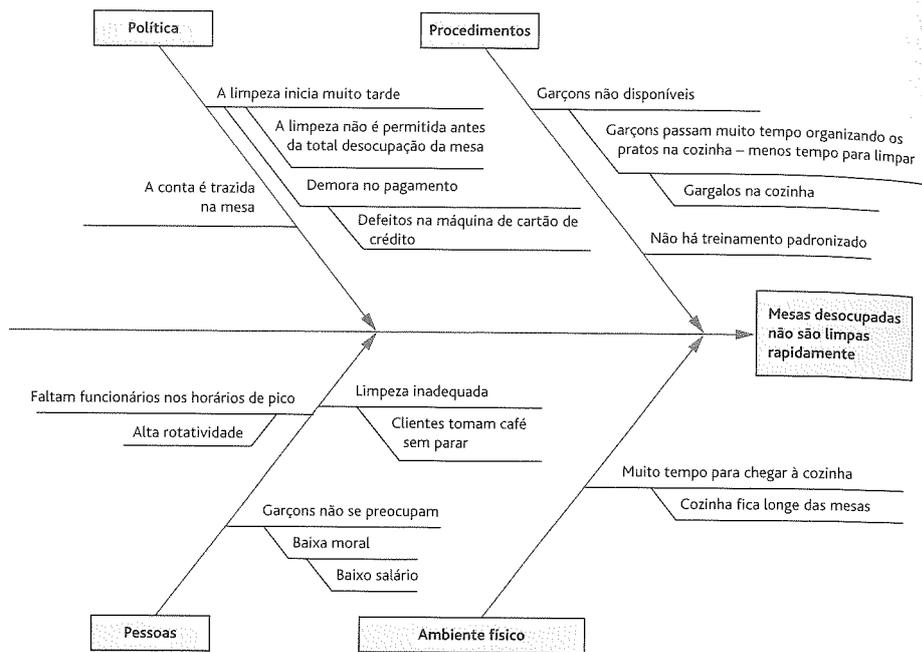


Figura 8.17 Diagrama de causa e efeito descrevendo por que as mesas demoram a serem liberadas. Fonte: Reimpressa com a permissão de M. Gaudard, R. Coates and L. Freeman, "Accelerating Improvement," *Quality Progress* 24, no. 10, October 1991, p. 82.

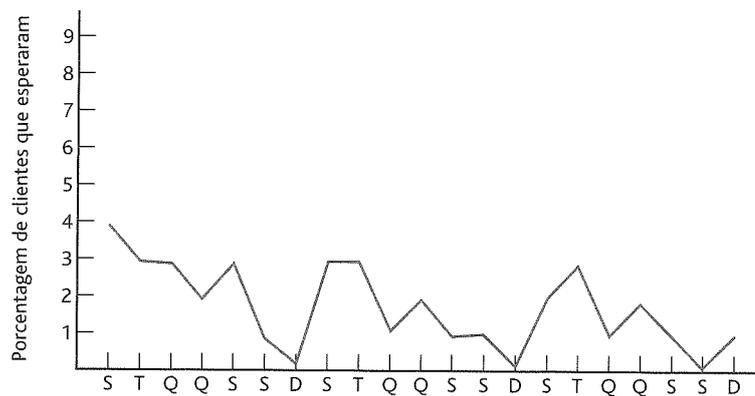


Figura 8.18 Gráfico de controle da porcentagem de clientes que esperam mais de um minuto para sentar, após a implementação da solução.

Fonte: Reimpressa com a permissão de M. Gaudard, R. Coates and L. Freeman, "Accelerating Improvement," *Quality Progress* 24, no. 10, October 1991, p. 85.

suas conclusões ao controlar as variáveis, é escolhida uma solução que pode ser facilmente testada: estabelecer postos de trabalho temporários na área de não fumantes. Nenhuma outra modificação é feita, e são coletados os dados referentes à porcentagem atual de pessoas que esperam mais de um minuto para sentar-se.

**Etapa 5: verificar os resultados.** A equipe analisa os resultados dos dados coletados no período de um mês da Etapa 4 do estudo. Como a Figura 8.18 mostra, a melhoria é significativa.

**Etapa 6: padronizar a melhoria.** Os postos de trabalho temporários são substituídos por postos permanentes.

**Etapa 7: estabelecer planos futuros.** A equipe decide investigar as reclamações dos clientes relacionadas à segunda barra

mais alta do gráfico de Pareto, que indica que a mesa do bufê não está bem organizada.

Os autores do artigo no qual o caso Mega Bytes foi baseado relatam que os gerentes que utilizaram o SSM em várias situações consideraram valiosos o foco e as delimitações do método, pois este confere organização, lógica e profundidade ao estudo. Os gerentes também ficaram impressionados com o método pela utilização de dados em vez de opiniões, atribuindo a esse fator a redução das disputas territoriais, bem como o incentivo da cooperação e da confiança entre os membros da equipe.

Embora muito valioso, o SSM impõe algumas dificuldades. Por exemplo, as equipes de projeto consideraram muito compli-

...ado formular vários dos conceitos nas duas primeiras etapas do método. Em especial, uma equipe talvez tenha dificuldades no desenvolvimento da caracterização do problema, pois a tendência é estabelecer uma solução como um problema. No caso do Mega Bytes, a equipe precisou evitar a identificação do problema como "não há atendentes em número suficiente", "não há mesas suficientes" ou "os atendentes têm que trabalhar mais rápido". O verdadeiro problema foi corretamente identificado como "os clientes têm que esperar demais".

Outro conceito que representou dificuldades para as equipes foi a localização, um processo de focalização nas partes vitais cada vez menores que compõem o sistema. Esse conceito mostrou-se difícil no início porque os membros da equipe ainda não haviam incorporado a ideia de que as melhorias deveriam ser direcionadas pelas necessidades dos clientes.

Algumas equipes de estudo enfrentaram uma série de outras dificuldades. Ocasionalmente, os integrantes não conseguem ver os benefícios de uma coleta rigorosa de dados ou não entendem como os dados básicos serão utilizados para validar uma solução.

## Suplemento do Capítulo 8

### Análise por envelopamento de dados (DEA)

De que forma a gerência corporativa pode avaliar a produtividade de um restaurante de *fast-food*, de uma agência bancária, de uma clínica de saúde ou de uma escola de ensino fundamental? Há três dificuldades na medição da produtividade. Primeira: quais são as entradas apropriadas para o sistema (p. ex., horas trabalhadas, dinheiro investido) e seus medidores? Segunda: quais são as saídas apropriadas do sistema (p. ex., cheques sacados, certificados de depósito bancário) e seus medidores? Terceira: quais são as formas apropriadas para medir o relacionamento entre essas entradas e saídas?

### Medição da produtividade do serviço

A mensuração da produtividade de uma organização, quando vista a partir de uma perspectiva de engenharia, é similar à medição da eficiência de um sistema. Ela pode ser estabelecida como a razão das saídas pelas entradas (p. ex., quilômetros por litro para um automóvel).

Para avaliar a eficiência operacional de uma agência bancária, utilizamos, por exemplo, uma razão contábil, como o custo por transação de caixa. Uma filial que apresenta uma razão alta em comparação a outras filiais seria considerada menos eficiente, mas a maior razão pode resultar de um *mix* mais complexo de transações. Por exemplo, uma filial que estivesse abrindo novas contas e negociando CDBs necessitaria de mais tempo por transação do que outra filial, comprometida somente com transações simples, como aceitação de depósitos e pagamento de cheques. O problema com a utilização de razões simples é que o *mix* produzido não é considerado de forma explícita. Essa mesma crítica também é feita a respeito do *mix* de entradas. Por exemplo, algumas filiais podem ter caixas automáticos, além de caixas humanos, e esse uso da tecnologia talvez afete o custo por transação do caixa.

Alguns membros têm dificuldade em manter a mente aberta e, conseqüentemente, resistem a investigar os efeitos de variáveis que eles consideram irrelevantes. Em alguns casos, os integrantes têm de aprender novas habilidades, como obter informações de forma não ameaçadora junto aos empregados no sistema. Por fim, os problemas organizacionais, como encontrar tempo para as reuniões e conseguir o apoio de outros funcionários, também precisam ser enfrentados e resolvidos.

### Questões

1. De que forma o SSM é diferente do ciclo PDCA de Deming?
2. Prepare um diagrama de causa e efeito, do tipo espinha de peixe, para um problema como: "por que os clientes têm de esperar tanto tempo pelo café?". Seu diagrama espinha de peixe deve ser similar àquele da Figura 8.17, utilizando as fontes principais das causas: política, procedimentos, pessoas e ambiente físico.
3. De que forma você resolveria as dificuldades que as equipes de estudo enfrentaram quando da aplicação do SSM?

Indicadores de maior abrangência, como lucratividade ou retorno sobre o investimento, são altamente relevantes como medidores globais de desempenho, mas não são suficientes para avaliar a eficiência operacional de uma unidade de serviço. Por exemplo, não se pode concluir que uma agência bancária lucrativa seja necessariamente eficiente no uso de seu pessoal e de outras entradas. Uma proporção acima da média de transações lucrativas talvez seja uma explicação melhor do que a eficiência (de custos) no uso dos recursos.

### O modelo DEA

Felizmente, desenvolveu-se uma técnica com a capacidade de comparar a eficiência de múltiplas unidades que fornecem serviços similares, considerando de forma explícita o uso de suas múltiplas entradas (isto é, recursos) na produção de múltiplas saídas (isto é, serviços). A técnica, chamada *análise por envelopamento de dados* (DEA, *data envelopment analysis*), evita a necessidade de desenvolver custos-padrão para cada serviço, pois ela incorpora múltiplas entradas e saídas, tanto no numerador quanto no denominador do cálculo da eficiência, dispensando a conversão para uma base monetária comum. A medida de eficiência da DEA contabiliza explicitamente o *mix* de entradas e saídas, logo, é mais abrangente e confiável do que um conjunto de taxas operacionais ou medidores de lucratividade.

A DEA é um modelo de programação linear que procura maximizar a eficiência de uma unidade de serviço, expressa como a razão entre saídas e entradas, pela comparação da eficiência de uma dada unidade ao desempenho de um grupo de unidades similares que estão realizando o mesmo serviço. No processo, algumas unidades atingem 100% de eficiência e são referidas como *unidades relativamente eficientes*, enquanto outras unidades, com índices de eficiência menores do que 100%, são referidas como *unidades ineficientes*.

Desse modo, a gerência da corporação pode utilizar a DEA para comparar um grupo de unidades de serviço a fim de identificar as unidades relativamente ineficientes, medir a magnitude das ineficiências e, pela comparação das unidades ineficientes com as eficientes, descobrir formas para reduzir as ineficiências.

O modelo DEA de programação linear é formulado de acordo com Charnes, Cooper e Rhodes, sendo referido como Modelo CCR.

**Definição das variáveis**

Seja  $E_k$ , com  $k = 1, 2, \dots, K$ , a razão de eficiência da unidade  $k$ , onde  $K$  é o número total de unidades sendo avaliadas.

Seja  $u_j$ , com  $j = 1, 2, \dots, M$ , um coeficiente para a saída  $j$ , onde  $M$  é o número total de tipos de saídas sendo consideradas. A variável  $u_j$  é uma medida da diminuição relativa na eficiência para cada unidade de redução do valor de saída.

Seja  $v_i$ , com  $i = 1, 2, \dots, N$ , um coeficiente para a entrada  $i$ , onde  $N$  é o número total de tipos de entradas sendo consideradas. A variável  $v_i$  mede o aumento relativo na eficiência para cada redução unitária do valor de entrada.

Seja  $O_{jk}$  o número observado de unidades de saída  $j$  geradas pela unidade de serviço  $k$  durante um período de tempo.

Seja  $I_{ik}$  o número real de unidades de entrada  $i$  utilizadas pela unidade de serviço  $k$  durante um período de tempo.

**Função objetivo**

O objetivo é encontrar o conjunto de coeficientes  $u$  associados a cada saída e de coeficientes  $v$  associados a cada entrada que resultará na máxima eficiência possível para a unidade de serviço avaliada.

$$\max E_e = \frac{u_1 O_{1e} + u_2 O_{2e} + \dots + u_M O_{Me}}{v_1 I_{1e} + v_2 I_{2e} + \dots + v_N I_{Ne}} \quad (1)$$

onde  $e$  é o índice da unidade que está sendo avaliada.

Esta função está sujeita à seguinte restrição: quando o mesmo conjunto de coeficientes de entrada e saída ( $u_j$ 's e  $v_i$ 's) for aplicado a todas as outras unidades de serviço que estão sendo comparadas, nenhuma unidade de serviço excederá 100% de eficiência ou uma razão de 1,0.

**Exemplo 8.1 Burger Palace**

Uma inovadora rede de lanches do tipo *drive-in* estabeleceu seis unidades em diferentes cidades. Cada unidade está localizada no estacionamento de um shopping do tipo *strip center*. Somente uma refeição-padrão é oferecida, consistindo em um sanduíche, batatas fritas e um refrigerante. A gerência estava decidida a utilizar a DEA para melhorar a produtividade pela identificação de

**Restrições**

$$\frac{u_1 O_{1k} + u_2 O_{2k} + \dots + u_M O_{Mk}}{v_1 I_{1k} + v_2 I_{2k} + \dots + v_N I_{Nk}} \leq 1.0 \quad (2)$$

$$k = 1, 2, \dots, K$$

onde todos os valores dos coeficientes são positivos e diferentes de zero.

Para resolver esse modelo de programação linear fracionário utilizando um software-padrão de programação linear, é necessária uma reformulação. Observe que tanto a função objetivo quanto todas as restrições são razões, e não funções lineares. A função objetivo da equação (1) é novamente declarada como uma função linear ao arbitrariamente definir as escalas das entradas de forma que a soma das entradas da unidade sob avaliação seja 1,0.

$$\max E_e = u_1 O_{1e} + u_2 O_{2e} + \dots + u_M O_{Me} \quad (3)$$

sujeita à restrição de que

$$v_1 I_{1e} + v_2 I_{2e} + \dots + v_N I_{Ne} = 1 \quad (4)$$

Para cada unidade de serviço, as restrições na equação (2) são similarmente reformuladas:

$$u_1 O_{1k} + u_2 O_{2k} + \dots + u_M O_{Mk} - (v_1 I_{1k} + v_2 I_{2k} + \dots + v_N I_{Nk}) \leq 0 \quad (5)$$

$$k = 1, 2, \dots, K$$

onde:

$$u_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, M$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, N$$

**Tamanho da amostra n**

Uma questão frequentemente levantada a respeito do tamanho da amostra diz respeito ao número de unidades de serviço necessárias em comparação ao número de variáveis de entrada e saída selecionadas na análise. O seguinte relacionamento, associando o número de unidades de serviço  $K$  utilizadas na análise e o número de tipos de entradas  $N$  e saídas  $M$  que estão sendo consideradas, está baseado em pesquisas empíricas e na experiência de usuários da DEA:

$$K \geq 2(N + M) \quad (6)$$

quais unidades estavam utilizando seus recursos com mais eficiência, para, então, dividir suas experiências e conhecimentos com as lojas menos eficientes. A Tabela 8.6 resume os dados de duas entradas: horas de trabalho e dólares consumidos em material durante um horário comum, a fim de gerar uma saída relativa à venda de 100 refeições. Normalmente, as saídas variam

Tabela 8.6 Resumo de saídas e entradas para o Burger Palace

Unidade de serviço	Refeições vendidas	Horas de trabalho	Materiais em dólares
1	100	2	200
2	100	4	150
3	100	4	100
4	100	6	100
5	100	8	80
6	100	10	50

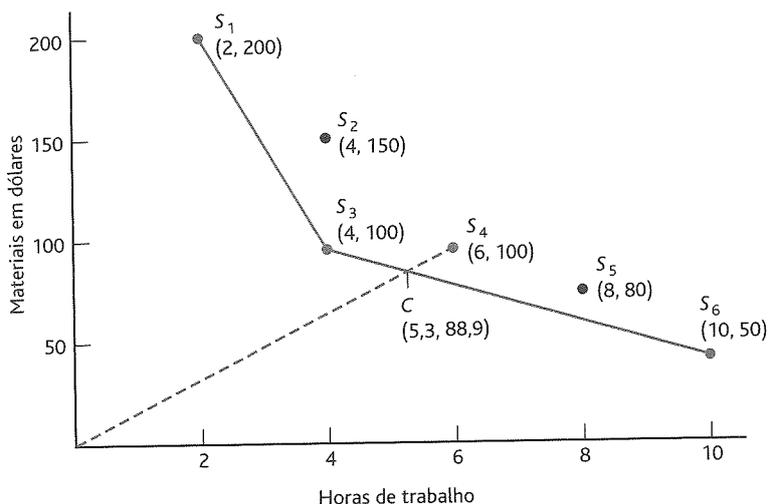


Figura 8.19 Fronteira de produtividade do Burger Palace.

entre as unidades de serviço, mas, neste exemplo, configuramos as saídas para serem iguais, permitindo a construção de uma representação gráfica da produtividade das unidades. Como mostra a Figura 8.19, as unidades de serviço  $S_1$ ,  $S_3$  e  $S_6$  foram unidas para formar uma fronteira de produção eficiente de métodos alternativos de utilização das horas de trabalho e dos recursos materiais a fim de gerar 100 refeições. Conforme constatado, essas unidades eficientes definiram um envoltório que contém todas as unidades ineficientes – razão para chamar o processo de “análise por envolvimento de dados”.

Para este exemplo simples, identificamos as unidades eficientes por inspeção e verificamos o excesso de entradas sendo utilizado por unidades ineficientes (p. ex.,  $S_2$  seria tão eficiente quanto  $S_3$  se utilizasse US\$ 50 a menos de material). Para obter uma compreensão de DEA, entretanto, formularemos problemas de programação linear para cada unidade e os resolveremos a fim de determinar as taxas de eficiência e outras informações.

Começaremos pela ilustração da formulação em PL para a primeira unidade de serviço,  $S_1$ , utilizando as equações (3), (4) e (5).

$$\max E(S_1) = u_1 100$$

Sujeita a

$$u_1 100 - v_1 2 - v_2 200 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 4 - v_2 150 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 4 - v_2 100 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 6 - v_2 100 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 8 - v_2 80 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 10 - v_2 50 \leq 0$$

$$v_1 2 + v_2 200 = 1$$

$$u_1, v_1, v_2 \geq 0$$

Tabela 8.6 Resumo de saídas e entradas para o Burger Palace

Unidade de serviço	Refeições vendidas	Horas de trabalho	Materiais em dólares
1	100	2	200
2	100	4	150
3	100	4	100
4	100	6	100
5	100	8	80
6	100	10	0

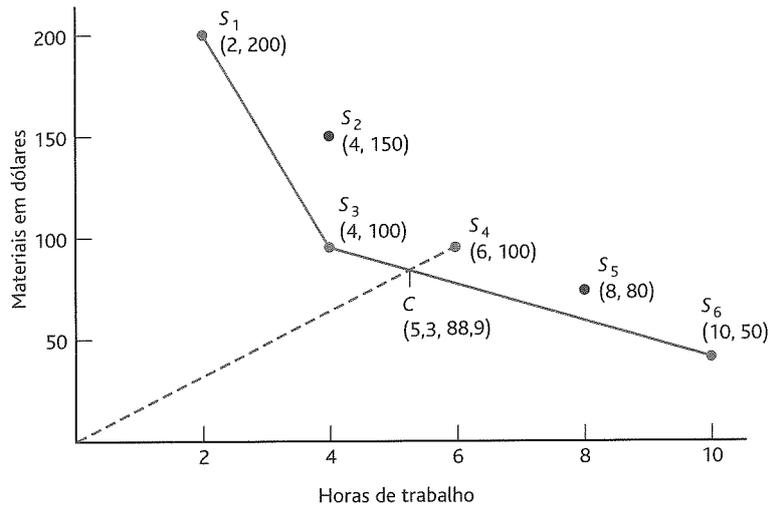


Figura 8.19 Fronteira de produtividade do Burger Palace.

entre as unidades de serviço, mas, neste exemplo, configuramos as saídas para serem iguais, permitindo a construção de uma representação gráfica da produtividade das unidades. Como mostra a Figura 8.19, as unidades de serviço  $S_1$ ,  $S_3$  e  $S_6$  foram unidas para formar uma fronteira de produção eficiente de métodos alternativos de utilização das horas de trabalho e dos recursos materiais a fim de gerar 100 refeições. Conforme constatado, essas unidades eficientes definiram um envoltório que contém todas as unidades ineficientes – razão para chamar o processo de “análise por envoltamento de dados”.

Para este exemplo simples, identificamos as unidades eficientes por inspeção e verificamos o excesso de entradas sendo utilizado por unidades ineficientes (p. ex.,  $S_2$  seria tão eficiente quanto  $S_3$  se utilizasse US\$ 50 a menos de material). Para obter uma compreensão de DEA, entretanto, formularemos problemas de programação linear para cada unidade e os resolveremos a fim de determinar as taxas de eficiência e outras informações.

Começaremos pela ilustração da formulação em PL para a primeira unidade de serviço,  $S_1$ , utilizando as equações (3), (4) e (5).

$$\max E(S_1) = u_1 100$$

Sujeita a

$$u_1 100 - v_1 2 - v_2 200 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 4 - v_2 150 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 4 - v_2 100 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 6 - v_2 100 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 8 - v_2 80 \leq 0$$

$$u_1 100 - v_1 10 - v_2 50 \leq 0$$

$$v_1 2 + v_2 200 = 1$$

$$u_1, v_1, v_2 \geq 0$$

Problemas de programação linear similares são formulados (ou, melhor ainda, o problema de programação linear de  $S_1$  é editado) e resolvidos para as outras unidades de serviço ao substituir a função de saída apropriada pela função objetivo e ao substituir a função de entrada apropriada pela última restrição. As restrições 1 a 6, que restringem todas as unidades a não mais do que 100% de eficiência, permanecem as mesmas para todos os problemas.

Esse conjunto de seis problemas de programação linear foi resolvido com o Excel Solver 7.0 em menos de cinco minutos ao editar o arquivo de dados entre cada execução. Como a saída é de 100 refeições para todas as unidades, somente a última restrição deve ser editada por meio da substituição dos valores de entrada de trabalho e materiais da Tabela 8.6 pelos valores relativos à unidade em avaliação.

O arquivo de dados para a unidade 1 do Burger Palace utilizando o solver do Excel para programação linear é apresentado na Figura 8.20. Os resultados da programação linear para cada unidade são mostrados na Tabela 8.7 e resumidos na Tabela 8.8.

Na Tabela 8.7, verificamos que a DEA identificou as mesmas unidades descritas como eficientes na Figura 8.18. As unidades  $S_2$ ,  $S_4$ , e  $S_5$  são todas ineficientes em vários graus. Também mostrado na Tabela 8.7 e associado a cada unidade ineficiente está um conjunto de eficiência de referência. Cada unidade ineficiente terá um conjunto de unidades eficientes a ela associadas que define sua produtividade. Como a Figura 8.18 mostra para a unidade ineficiente  $S_4$ , as unidades eficientes  $S_3$  e  $S_6$  são extremos de uma linha que define a fronteira da eficiência. Uma linha tracejada desenhada da origem até a unidade ineficiente  $S_4$  corta essa fronteira e, então, define a unidade  $S_4$  como ineficiente. Na Tabela 8.8, o valor entre parênteses associado a cada membro do conjunto de eficiência de referência (isto é, 0,7778 para  $S_3$  e 0,2222 para  $S_6$ ) representa o peso relativo atribuído àquela unidade eficiente no cálculo da taxa de eficiência para  $S_4$ . Esses pesos relativos são os preços-sombra associados às respectivas restrições das unidades eficientes na solução da programação linear. (Observe que, na Tabela 8.7, para a unidade 4, esses pesos aparecem como custos de oportunidade para  $S_3$  e  $S_6$ .)

Os valores para  $V_1$  e  $V_2$  associados às entradas de horas trabalhadas e materiais, respectivamente, medem o crescimento relativo da eficiência com cada redução unitária do valor de entrada. Para a unidade  $S_4$ , cada decréscimo unitário nas horas trabalhadas resulta em um aumento da eficiência de 0,0555. Para a unidade  $S_4$  tornar-se eficiente, deve aumentar sua taxa de eficiência em 0,111 ponto, o que pode ser alcançado pela redução do trabalho utilizado em duas horas (isto é, 2 horas  $\times$  0,0555 = 0,111). Note que, com essa redução nas horas de trabalho, a unidade  $S_4$  torna-se idêntica à unidade eficiente  $S_3$ . Uma abordagem alternativa seria a redução nos materiais utilizados de US\$ 16,57

(isto é,  $0,111/0,0067 = 16,57$ ). Qualquer combinação linear das duas medidas também moveria a unidade  $S_4$  para a fronteira de produtividade definida pelo segmento de linha que une as unidades eficientes  $S_3$  e  $S_6$ .

A Tabela 8.9 contém os cálculos para uma unidade hipotética C, a qual é uma unidade de referência composta pelas entradas ponderadas do conjunto de referência  $S_3$  e  $S_6$ . Como apresentado na Figura 8.18, essa unidade composta é localizada na interseção da fronteira de produtividade com a linha tracejada desenhada da origem até a unidade  $S_4$ . Então, comparada à unidade de referência C, a unidade ineficiente  $S_4$  está utilizando excesso de entradas no valor de 0,7 hora de trabalho e

US\$11,1 de material. A DEA oferece muitas oportunidades para a melhoria de unidades ineficientes considerando seu conjunto de referência de unidades eficientes. Na prática, a gerência escolheria uma abordagem específica, com base na avaliação de seus custos, aplicabilidade e viabilidade; entretanto, a motivação para a mudança é clara (isto é, outras unidades realmente são capazes de atingir resultados similares com menos recursos).

#### A DEA e o planejamento estratégico

Quando combinada com a lucratividade, a análise de eficiência DEA é útil no planejamento estratégico de serviços prestados em múltiplas instalações (p. ex., redes de hotéis).

A Figura 8.21 apresenta uma matriz de quatro possibilidades resultantes da combinação de eficiência e lucratividade.

O quadrante superior esquerdo dessa matriz (isto é, potencial de excelência subdesenvolvido) revela que unidades lucros elevados podem estar operando com ineficiência e, portanto, ter um potencial não percebido. Comparando-as a similares, as unidades eficientes sugerirão medidas para obter os mesmos lucros elevados mediante operações mais eficientes.

Desempenhos de excelência são encontrados no quadrante superior direito (isto é, grupo de *benchmark*). Essas unidades eficientes também são altamente lucrativas e, portanto, servem como exemplo para outros emularem tanto a eficiência operacional quanto o sucesso no mercado na geração de altos rendimentos.

O quadrante inferior direito (isto é, candidatos à venda) contém unidades eficientes, porém não lucrativas. Essas unidades têm um potencial de lucros limitado, talvez devido a uma má localização, e deveriam ser vendidas a fim de gerar capital para a expansão em novos territórios.

Não está clara a estratégia a ser empregada nas unidades do quadrante inferior esquerdo (isto é, filiais com problemas). Se o potencial de lucro é limitado, investimentos em operações eficientes podem conduzir a um futuro candidato à venda.

Tabela 8.7 Soluções de PL para o estudo de DEA do Burger Palace

Resultados resumidos para a unidade 1 Página 1

Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade	Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade
Número	Nomes			Número	Nomes		
1	U1	+1,0000000	0	6	S3	0	0
2	V1	+0,1666667	0	7	S4	+33,333336	0
3	V2	+0,0033333	0	8	S5	+60,000000	0
4	S1	0	+1,0000000	9	S6	+83,333336	0
5	S2	+16,666670	0	10	A7	0	+100,00000

Função objetivo maximizada = 100 Iterações = 4

Resultados resumidos para a unidade 2 Página 1

Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade	Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade
Número	Nomes			Número	Nomes		
1	U1	+0,85714287	0	6	S3	0	+0,71428573
2	V1	+0,14285715	0	7	S4	+28,571430	0
3	V2	+0,00285714	0	8	S5	+51,428574	0
4	S1	0	+0,28571430	9	S6	+71,428574	0
5	S2	+14,285717	0	10	A7	0	+85,714287

Função objetivo maximizada = 85,71429 Iterações = 4

Resultados resumidos para a unidade 3 Página 1

Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade	Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade
Número	Nomes			Número	Nomes		
1	U1	+1,00000000	0	6	S3	0	+1,00000000
2	V1	+0,062500000	0	7	S4	+12,500000	0
3	V2	+0,007500000	0	8	S5	+10,000001	0
4	S1	+62,5000000	0	9	S6	0	0
5	S2	+37,5000080	0	10	A7	0	+100,00000

Função objetivo maximizada = 100 Iterações = 3

Resultados resumidos para a unidade 4 Página 1

Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade	Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade
Número	Nomes			Número	Nomes		
1	U1	+0,888888900	0	6	S3	0	+0,77777779
2	V1	+0,055555560	0	7	S4	+11,111112	0
3	V2	+0,006666670	0	8	S5	+8,8888893	0
4	S1	+55,5555530	0	9	S6	0	+0,22222224
5	S2	+33,3333400	0	10	A7	0	+88,888885

Função objetivo maximizada = 88,88889 Iterações = 3

Resultados resumidos para a unidade 5 Página 1

Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade	Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade
Número	Nomes			Número	Nomes		
1	U1	+0,909090880	0	6	S3	0	+0,45454547
2	V1	+0,056818180	0	7	S4	+11,363637	0
3	V2	+0,006818180	0	8	S5	+9,0909100	0
4	S1	+56,8181800	0	9	S6	0	+0,54545450
5	S2	+34,0909160	0	10	A7	0	+90,909088

Função objetivo maximizada = 90,90909 Iterações = 4

(continua)

Tabela 8.7 Soluções de PL para o estudo de DEA do Burger Palace (Continuação)

Resultados resumidos para a unidade 6							
Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade	Variáveis		Soluções	Custos de oportunidade
Número	Nomes			Número	Nomes		
1	U1	+1,00000000	0	6	S3	0	0
2	V1	+0,062500000	0	7	S4	+12,500000	0
3	V2	+0,007500000	0	8	S5	+10,000001	0
4	S1	+62,5000000	0	9	S6	0	+1,0000000
5	S2	+37,5000080	0	10	A7	0	+100,00000

Função objetivo maximizada = 100      Iterações = 4

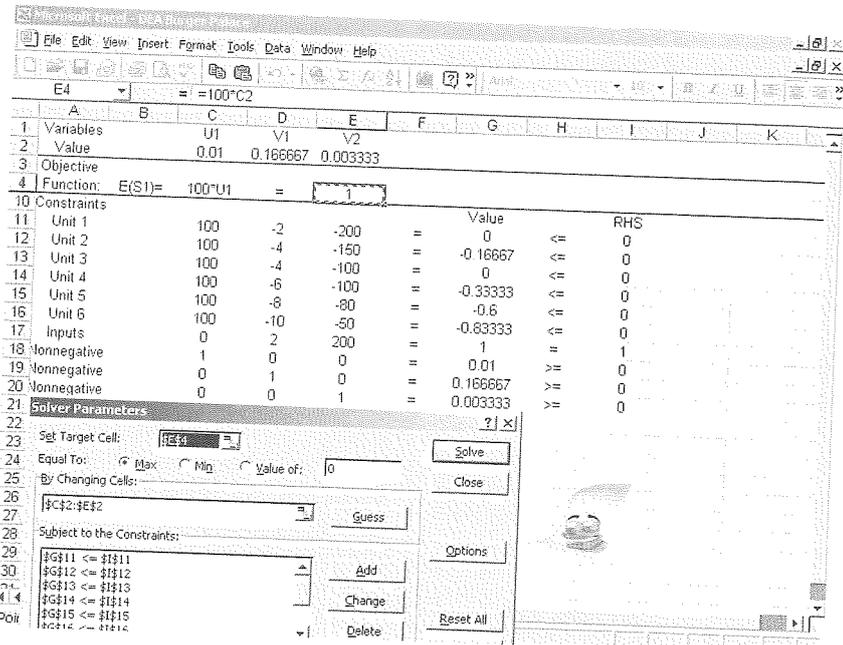


Figura 8.20 Arquivo de dados do Excel para análise DEA da unidade 1 do Burger Palace.

Tabela 8.8 Resumo dos resultados da DEA

Unidade de serviço	Taxa de eficiência (E)	Conjunto de eficiência de referência	Valor relativo das horas de trabalho (V <sub>1</sub> )	Valor relativo dos materiais (V <sub>2</sub> )
S <sub>1</sub>	1,000	N.A.	0,1667	0,0033
S <sub>2</sub>	0,857	S <sub>1</sub> (0,2857) S <sub>3</sub> (0,7143)	0,1428	0,0028
S <sub>3</sub>	1,000	N.A.	0,0625	0,0075
S <sub>4</sub>	0,889	S <sub>3</sub> (0,7778) S <sub>6</sub> (0,2222)	0,0555	0,0067
S <sub>5</sub>	0,901	S <sub>3</sub> (0,4545) S <sub>6</sub> (0,5454)	0,0568	0,0068
S <sub>6</sub>	1,000	N.A.	0,0625	0,0075

Tabela 8.9 Cálculo do excesso de entradas usadas pela unidade  $S_4$

Saídas e entradas	Conjunto de referência		Unidade de referência composta C	Excesso das entradas utilizadas
	$S_3$	$S_6$	$S_4$	
Refeições	$(0,7778) \times 100 + (0,2222) \times 100 = 100$		100	0
Horas de trabalho	$(0,7778) \times 4 + (0,2222) \times 10 = 5,3$		6	0,7
Material (\$)	$(0,7778) \times 100 + (0,2222) \times 50 = 88,9$		100	11,1

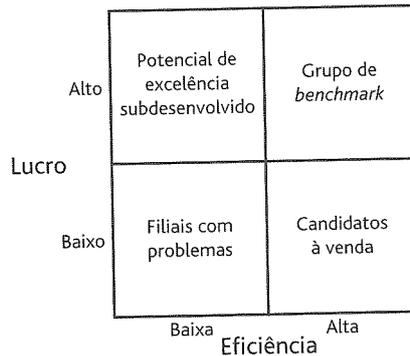


Figura 8.21 Matriz estratégica da DEA.

Exercícios

- 8.1 No exemplo do Burger Palace, desenvolva uma análise completa das alternativas de melhoria da eficiência para a unidade  $S_3$ , incluindo a determinação de uma unidade composta de referência.
- 8.2 No exemplo do Burger Palace, desenvolva uma análise completa das alternativas de melhoria da eficiência para

a unidade  $S_5$ , incluindo a determinação de uma unidade composta de referência.

- 8.3 No exemplo do Burger Palace, qual seria o efeito de remover da análise uma unidade ineficiente (p. ex.,  $S_2$ )?
- 8.4 No exemplo do Burger Palace, qual seria o efeito de remover da análise uma unidade eficiente (p. ex.,  $S_6$ )?

Empresa de ônibus Mid-Atlantic

Estudo de caso 8.3

A empresa de ônibus Mid-Atlantic foi fundada por um grupo de gerentes da Trailways quando da aquisição desta companhia pela Greyhound. Iniciou-se um serviço de ônibus expresso de primeira classe operando entre as maiores cidades litorâneas – da Filadélfia, na Pensilvânia, até Jacksonville, na Flórida. Com a contratação dos motoristas demitidos da Trailways e o aluguel de ônibus, foram estabelecidas franquias em cada cidade, com empresários locais, os quais recebiam os direitos de operação dos terminais de ônibus da Mid-Atlantic. Um percentual da venda das passagens e da venda de espaço para frete ficava com o operador do terminal, para cobrir os seus custos e a sua margem de lucro.

Após diversos meses de operação, alguns franqueados reclamaram da lucratividade inadequada e ameaçaram fechar seus terminais. Entretanto, como outros franqueados estavam satisfeitos com sua experiência, foi realizado um estudo de todos os operadores de terminais do sistema. As informações da Tabela 8.10 foram coletadas durante diversas semanas e representam um dia comum de operação.

Questões

1. Utilize a DEA para identificar os operadores de terminais eficientes e ineficientes. Formule o problema como um modelo de programação linear e resolva-o utilizando um programa de computador como o Solver do Excel, que permite a edição dos dados do modelo entre as execuções do arquivo.
2. Utilizando o conjunto de referência apropriado dos terminais eficientes, faça recomendações para mudanças nas entradas de recursos para cada terminal ineficiente.
3. Quais recomendações você faria para um terminal seriamente ineficiente tendo em vista a melhoria de seu resultado?
4. Discuta qualquer falha na aplicação da DEA para a empresa de ônibus Mid-Atlantic.

Tabela 8.10 Saídas e entradas para as linhas de ônibus Mid-Atlantic

Terminal de ônibus	Cidade atendida	Vendas de passageiros	Vendas de fretes	Horas de trabalho	Instalações (em dólares)
1	Filadélfia, Pa.	700	300	40	
2	Baltimore, Md.	300	600	50	500
3	Washington, D.C.	200	700	50	500
4	Richmond, Va.	400	600	50	400
5	Raleigh, N.C.	500	400	40	500
6	Charleston, S.C.	500	500	50	400
7	Savannah, Ga.	800	500	40	500
8	Jacksonville, Fla.	300	200	30	600
					400

### Bibliografia selecionada

- Banker, Rajiv D.; A. Charnes; and W. W. Cooper. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science* 30, no. 9 (September 1984), pp. 1078–92. (The "BCC" Model)
- Charnes, A.; W. W. Cooper; and E. Rhodes. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operations Research* 2, no. 6 (November 1978), pp. 429–44. (The "CCR" Model)
- Cooper, W. W.; L. M. Seiford; and K. Tone. *Introduction to Data Envelopment Analysis with DEA-Solver Code and References*. New York: Springer Science and Economics Publisher, 2006.
- Corbett, Charles and David A. Kirsch. "International Diffusion of ISO 14000 Certification." *Production and Operations Management* 10, no. 3 (Fall 2001), pp. 327–42.
- Dessler, Gary and D. L. Farrow. "Implementing a Successful Quality Improvement Programme in a Service Company: Winning the Deming Prize." *International Journal of Service Industry Management* 1, no. 2 (1990), pp. 45–53.
- Frei, Francis X. and Patrick T. Harker. "Measuring the Efficiency of Service Delivery Processes: An Application to Retail Banking." *Journal of Service Research* 1 no. 4 (May 1999), pp. 300–12.
- Gupta, Praveen and Cary W. Adams. *Six-Sigma Deployment*. Boston: Elsevier Science, 2003.
- George, Michael L.; David Rowlands; and Bill Kastle. *What is Lean Six Sigma*. New York: McGraw-Hill, 2003.
- Iacobucci, Dawn. "The Quality Improvement Customers Didn't Want." *Harvard Business Review*, January–February 1996, pp. 20–36.
- Johnson, Perry L. *ISO 9000: Meeting the New International Standards*. New York: McGraw-Hill, 1993.
- Metters, Richard D.; Frances X. Frei; and Vicente A. Vargas. "Measurement of Multiple Sites in Service Firms with Data Envelopment Analysis." *Production and Operations Management* 8, no. 3 (Fall 1999), pp. 264–81.

### Notas

- De David Wessel, "With Labor Scarce, Service Firms Strive to Raise Productivity," *The Wall Street Journal*, June 1, 1989, p. 1.
- De Michael Brassard and Diane Ritter, *The Memory Jogger II* (Methuen, Mass.: GOAL/ QPC 1994), pp. 115–31.
- De D. Daryl Wyckoff, "New Tools for Achieving Service Quality," *Cornell HRA Quarterly* 25, no. 3 (November 1984), pp. 78–91.
- G. M. Hostage, "Quality Control in a Service Business," *Harvard Business Review* 53, no. 4 (July–August 1975), pp. 98–106.
- W. Edwards Deming, *Quality, Productivity, and Competitive Position* (Cambridge, Mass.: MIT Center for Advanced Engineering Study, 1982).
- <http://www.isixsigma.com>
- De James P. Womack, "An Action Plan for Lean Services," apresentação no Lean Service Summit—Amsterdam, June 23, 2004.
- Reimpresso e seletivamente adaptado com permissão de M. Gaudard, R. Coates, and L. Freeman, "Accelerating Improvement," *Quality Progress* 24, no. 10 (October 1991), pp. 81–88.